DATE LABEL

2583 ع
٥١٤٥٤
ک٢٣٢١ر٢

Call No. ع ٥١٤٥٤ ک٢٣٢١ر٢ Date.................

Account No. 2583

J. & K. UNIVERSITY LIBRARY

This book should be returned on or before the last stamped date above. An overdue charges of 6 nP. will be levied for each day. If The book is kept beyond that day.

ST 01
۱۳

لغت

ع
۱۴٫۴ھ
کس ۲۷ اکس ۲ء

اولم ينظروا فى ملكوت السموات والارض

J & K UNIVERSITY
LIBRARY
No 2583.
Date 27-4-51.
SRINAGAR

الجزء الثانى

من

كتاب تنقيح المناظر

1782

لذوى الابصار و البصائر

للعلامة كمال الدين ابى الحسن الفارسى

رحمه الله تعالى

ALLAMA IQBAL LIBRARY
2583

الطبعة الاولى

بمطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية الكائنه فى الهند

ببلدة حيدر آباد الدكن عمرها الله

تعالى الى اقصى الزمن

سنة ١٣٤٨ ه

﴿ بسم الله الرحمن الرحيم ﴾

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على رسوله الامين وآله الطاهرين واصحابه الغر الميامين *

﴿ المقالة السادسة ﴾

فى اغلاط البصر فيما يدرك بالانعكاس وعللها وهى تسعة فصول (١) صدر المقالة (٢) فى الاغلاط التى تعرض من اجل الانعكاس (٣) فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المسطحة (٤) فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا الكرية المحدبة (٥) فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا الاسطوانية المحدبة (٦) فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المخروطية(١) المحدبة (٧) فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا الكرية المقعرة (٨) فى الاغلاط التى فى المرايا الاسطوانية المقعرة (٩) فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المخروطية المقعرة *

(١) لعله المخروطة هنا وفي ما بعد — ح ☆

﴿ الفصل

الفصل الاول هو صدر المقالة

قد تبين في المقالتين الرابعة والخامسة كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعكاس وهيئته واوضاع خطوطه ومواضع الخيالات ومعلوم ان البصر يعرض له الغلط فيما يدرك بالانعكاس فان الناظر فى المرآة الكرية المقعرة ان كان بعد بصره عن سطحها اكثر من نصف قطرها فانه فى اكثر الاحوال يرى صورة نفسه منكوسة وان كان البعد اقل فانه يرى صورة المبصر اعظم مما هو والناظر فى المرآة الكرية المحدبة اذا كانت صغيرة يدرك صورة نفسه اصغر مما هو عليه وامثل ذلك يدرك فى جميع المرايا فالغلط اذاً واقع فى كثير مما يدرك بالانعكاس فقد بقى لنا ان نبين كيفية الغلط وعلتها مستقصى وبالله التوفيق *

الفصل الثانى

فى اغلاط البصر التى تعرض من اجل الانعكاس ثلاثة مقاصد *

(١) قد تبين فى المقالة الثالثة ان البصر قد يغلط فى جميع المعانى البسيطة والمركبة التى يدركها بالاستقامة وان سبب ذلك هو خروج احد المعانى الثمانية عن عرض الاعتدال وتقرر ان المدرك بالانعكاس انما هو صورة مدركة بالاستقامة فى موضع الخيال والبصر يدرك من الصورة المدركة فى موضع الخيال جميع المعانى الجزئية التى فصلت فى المقالة الثالثة اما من المنعكسة المألوفة ففى اكثر الاحوال بتقدم المعرفة واما من غير المألوفة فبالامارات وتشبيه المعانى التى فيها بنظائرها من المألوفة وكذلك يدرك المنعكسة على الوجوه المفصلة فى آخر المقالة الثانية اعنى بالبداهة والتأمل واقسامها واذاً فيلزم ان يعرض له الغلط في ادراك الصور المرئية فى مواضع

الخيالات على مايعرض له فى طريق الاستقامة *

المقصد الثانى

(ب) ثم ان الغلط قديعرض فى طريق الانعكاس لاسباب اخرى ولاشئ مما يدرك بالانعكاس يخلو عن الغلط وذلك ان نفس الانعكاس قد مر انه يضعف الصورة و يغيرها و كل مدرك بالانعكاس يدرك فى مقابلة البصر وفى جهة منه محدودة بعينها وجميع تلك المبصرات ليست كذلك وايضا فلو ان كل مدرك بالانعكاس يكون ممتزجا بلون المرآة لضرورة ورودهما الى البصر معاً على سمت واحد فهذه الاغلاط الثلثة تشمل جميع المدركات بالانعكاس واذا عرض الغلط فى الموضع فقد عرض فى البعد عن البصر ايضا *

(اقول) لم يرد العروض فى كمية البعد بل فى نفسه والابعاد بين البصر والاشياء تختلف بحسب الجهات فاذا تغيرت الجهات اختلفت الابعاد *

قال - الحاصل

فالمعانى الاربعة التى هى الضوء واللون والبعد والوضع لاتدرك من الصور المنعكسة على ماهى عليه البتة *

المقصد الثالث

(ج) فاما المعانى الباقية من الجزئية المفصلة فى المقالة الثانية فعروض الغلط فيها انما يكون من الخلل فى احد الشروط الثمانية لكن عروض الغلط لذلك فى طريق الانعكاس يكون اكثر منه فى طريق الاستقامة واسرع وفى مواضع واوضاع مأمونة عن الغلط فى طريق الاستقامة وذلك لان عرض الاعتدال فى كل مضئ من الثمانية انما يكون بحسب المعانى التى فى ذلك المبصر من الضوء واللون وسائر المعانى اللطيفة فيه واذ قد تبين ان هذه المعانى المذكورة تضعف بالانعكاس فهذه الصورة المنعكسة تحتاج الى قدر اكثر من كل واحد من المعانى الباقية ليتم بها ادراك المبصر صحيحا فعرض

الاعتدال

الاعتدال فى كل واحد من الثمانية بالنسبة الى الصورة المنعكسة اضيق منه بالنسبة الى الصورة المستقيمة واذا كان عرض الاعتدال اضيق فالغلط يعرض فى المنعكسة اكثر و فى اوقات ومواضع لا يعرض فيها فى طريق الاستقامة *

حاصل الفصل

فالغلط العارض فى طريق الانعكاس انما هو لسببين سبب يعم طريقى الاستقامة والانعكاس وتأثيره فى الانعكاس اقوى وسبب يخص الانعكاس وذلك قسمان قسم يعم الصور المنعكسة ويقتضى الاغلاط الاربعة وقسم يخص الصور المنعكسة من مرآة من السبع وقد بقى ان نفصلها *

الفصل الثالث

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المسطحة ثمانية مقاصد *

(١) فى الاغلاط التى تعرض من اجل الانعكاس خاصة وان كانت تعم صور جميع المرايا لكنها فى صور المرايا المسطحة تكون اقل لان خيالات المبصرات فيها تكون شبيهة بصور المبصرات فى الترتيب والتخطيط والهيئة ومساوية لها فى اعظامها اذا كانت ابعاد المبصرات عن المرآة معتدلة وبعد المرآة عن البصر معتدلا *

(اقول) المراد ان تكون ابعاد المبصرات عن المرآة مع بعد المرآة عن البصر معتدلا الاعتدال الذى يخص الانعكاس *

(قال) واذا اعتبرت هذه المعانى اى عظم المبصر وهيئته وترتيب اجزائه فى هذه المرايا وجدتها على ماذكرناه مالم يعرض فى ادراكه غلط من الاغلاط المقدم ذكرها التى علتها الانعكاس *

(اقول) ينبغى ان يحمل قوله التى علتها الانعكاس على التى يوجبها ضيق عرض اعتدال بعض الشرائط بسبب الانعكاس لا على التى يوجبها نفس الانعكاس لان ذلك لا يستقيم *

(قال) ولنبين ذلك فليكن خط * اب * فصل انعكاس فى سطح مرآة مسطحة وخط * ج د * فى مبصر وفى سطح الانعكاس الذى * اب * فصله ولنتوهم عمودين خارجين من نقطتى * ج د * على خط من * اب هما * ج ل * د ن * فهما عمودان على سطح المرآة وليخرجا على استقامة الى * ح ر * وليكن * ح ل * مثل * ل ح * و* ر ن * مثل * ن د * فنقطتا ح ر * خيالا * ج د * وليكن مركز البصر * ه * ونصل * ه ح * ه ر * ولنتوهم خطا شبيها بخط * ج د * يمتد من * ح * الى * ر * فى سطح العمودين ولتكن صورة الخط الذى يلى * ل ن * شبيهة بصورة * ج د * التى تلى * ل ن * ان كان * ج د * مستقيما * فح ر * كذلك وان كان * ج د * مقوسا حدبته تلى * ل ن * فح ر * كذلك وكذا لو كان * ج د * منحنيا او منفرجا او باى شكل كان فيتوهم * ح د * شبيها بشكله وصورته التى تلى * ل ن فح ز * شبيهة بصورة * ج د * التى تلى * ل ن * فيكون * ح ر * مثل ج د * لان بعد ما بين * ح ر * كبعد ما بين * ج د * واذا كان * ح ر * شبيها بج د * فان كل نقطة من * ج د * اذا خرج منها خط خيالها الى سطح المرآة فهو يلقى * ل ن * واذا خرج على استقامة انتهى الى * ح ل * ويكون قسماه عن جنبتى * ل ن * متساويين وطرفه الذى على * ح ر * خيالا لطرفه الذى على * ج د * فكل نقطة من * ج د * خيالها على * ح ر فجميع خط * ح ر * خيال * ج د * وهو شبيه به ومساوله و * ح ر * فى داخل مثلث

الشكل ٩٢ع

مثلث * ه ح ر * وكل خط يخرج من * ه * الى نقطة من * ح ر * فانه فى داخل المثلث وصورة تلك النقطة اعنى خيال نظيرته من * ج د * انما يرد الى البصر على ذلك الخط فصور جميع نقاط * ج د * تنعكس فى داخل مثلث * ه ح ر * كان بصره مع خط * ج د * فى سطح خطى * ج ل ح د ن ر * اولا لان بصره اذا كان خارجا عن سطح العمودين فان كل نقطة من * ج د * تكون مع بصره فى سطح الانعكاس ونقطة الخيال فيه وبعده عن مسقط العمود مثل بعد مسقط العمود عن النقطه المبصرة وتكون جميع الاعمدة الخارجة من * ج د * المنتهية الى * ح ر * فى سطح * ج ح * ر د * وتكون نقطة الخيال كلها على خط * ح ر * كما تبين قبل ﴿ الشكل - ٩٢ ﴾ واذاً فترتيب نقط الانعكاس فى سطح المرآة كترتيب نقط الخيال وكترتيب نقط * ج د * لان ترتيب نقط الانعكاس كترتيب خطوط الانعكاس وذلك مثل ترتيب نقاط الخيال وذلك مثل ترتيب نقاط * ج د * وكذلك حال كل خط فى سطح المبصر المدرك بالانعكاس فصورة المبصر المدركة بالانعكاس شبيهة بالمبصر ومساوية له وعلى ترتيبه وتكون جميع الصور التي هي الخيال في داخل مخروط الانعكاس *

الفصل الثاني

(ب) والمبصر الواحد يدرك فى هذه المرآة واحدا لان خياله يكون واحدا فالمرايا المسطحة اقل جميع المرايا اغلاطا وان كانت الاغلاط الاربعة تعرض فيها ضرورة *

الفصل الثالث

(ج) واذا كان المبصر ذا الوان مختلفة متقاربة الشبه وخاصة اذا كانت قوية مظلمة وادركه البصر بالانعكاس وقد ضعف الضوء الذى فيه فربما يدرك

تلك الالوان لونا واحدا على انه لو ادرك من بعد مثل بعد الخيال بالاستقامة ادرك الوانه مختلفة على ماهى عليه فقد يعرض الغلط في كيفية اللون وفى عدد الالوان ايضا من اجل الانعكاس و يوجد ذلك فى سائر المرايا ايضاً *

المقصد الرابع (د) وكذلك المعانى اللطيفة قد تشتبه و تلتبس على البصر للانعكاس عن المسطحة وربما كان التباسها من جميع الابعاد اذا كانت فى غاية اللطافة وان كانت تدرك من مثل الابعاد بطريق الاستقامة لان المعانى اللطيفة انما تدرك من ادراك اختلاف الوان الاجزاء واختلاف اوضاعها *

حاصل

فالاغلاط التى تختص بالانعكاس ولاتخلومنها المسطحة انما هى فى الضوء واللون والمعانى اللطيفة والبعد والوضع وماسواها من المعانى الجزئية فلايكون الغلط فيها من اجل الانعكاس فقط بل مع علة اخرى من الثمانية *

المقصد الخامس (ه) وقد يعرض الغلط فى المسطحة من اجل الانعكاس خاصة فى اوضاع اجزاء صورة المبصر بالقياس الى الناظر فان الصورة المدركة فيها اذا كان المبصر مقابلا للمرآة غير ملتصق بها والمرآة مواجهة للناظر والمبصر هو الناظر فيها نفسه اووضعه وضع الناظر تكون اجزاؤها المتيامنة صور الاجزاء المتياسرة وبالعكس والاجزاء المتعالية والمتسافلة صور المتعالية والمتسافلة من غير خلاف وعلة ذلك ان كل جزء من المبصر المدرك فى المسطحة على هذا الوضع يكون خياله مقابلا له فيكون اجزاء الصورة المقابلة ليمين الناظر صورة الاجزاء المتيامنة والمقابلة لشمال الناظر صور المتياسرة والمتعالية صور المتعالية و المتسافلة صور المتسافلة ومستقر عند التميز

من

من المبصرات بالاستقامة المالوفة اذا كانت مواجهة ان الاجزاء المقابلة ليمين الناظر فيها هي المتياسرة وبالعكس فاذا قاس الصورة المنعكسة بالمالوفة المذكورة ادرك ما يقابل يمينه منها شمالا وبالعكس فاما اذا كان المبصر ملتصقا بسطح المرآة او كان بحيث اذا توهم ممتدا على استقامة لقي سطح المرآة او السطح المتصل بسطح المرآة فان وضع اجزائه بالقياس الى الناظر بعكس ذلك اعنى انه يرى المتعالية منه متسافلة و بالعكس و المتيامنة و المتياسرة بحالهما و ذلك لان المبصر اذا كان ملتصقا بسطح المرآة يكون الجزء المتصل بالمرآة من الصورة صورة الجزء المتصل بالمرآة من المبصر و الجزء المتباعد عن المرآة من الصورة صورة الجزء المتباعد عن المرآة من المبصر فاذا كان المبصر مواجها للناظر وموازيا له وكان طرف المبصر الذي يلي المرآة متسافلا بالقياس الى الناظر والطرف الآخر متعاليا كانت الصورة بالعكس وتكون الاجزاء المتيامنة من الصورة صورة المتيامنة والمتياسرة صورة المتياسرة وكذلك اذا كان المبصر خارجا عن المرآة غير ملتصق بها واذا توهم ممتدا على استقامة لقي سطح المرآة و السطح المتصل بسطحها وكذلك اذا كان المبصر ممتدا الى الجهة المقابلة للناظر و المرآة مواجهة للناظر و المبصر ملتصقا بالمرآة او بحيث اذا امتد على استقامة لقي سطح المرآة او السطح المتصل بسطحها واما ادراك المتيامنة والمتياسرة على ما هي عليه فلان المبصر اذا كان مقابلا للناظر موازيا له كانت ميامنه مقابلة لشمال الناظر ومياسره مقابلة ليمينه و كذلك وضع صورته وكذلك اذا كان المبصر ممتدا في جهة المقابلة فان شماله يلي يمين الناظر و يمينه يلي شماله *

خلاصة

فالاغلاط التي تعرض فى المسطحة من اجل الانعكاس خاصة هى التى بيناها وبالجملة فانها ترجع الى ضعف الصورة واختلاف الوضع ولا يعرض فيها من اجل الانعكاس فقط الاما يتعلق بهذين المعنيين لان المعانى الباقية داخلة تحتهما *

الفصل السادس

(و) وقد يعرض فيها اغلاط اخر كثيرة الاان جميع مايعرض بعد المعنيين انما يعرض من اجل العلل الثمانية مع الانعكاس وهذه الاغلاط المركبة كثيرة و تعرض على وجوه كثيرة جميعها يرجع الى الامثله المذكورة فى المقالة الثالثة ونحن نذكر منها امثلة يستدل بها على ماسواها فمنها ان الناظر فى المسطحة اذا رأى بطرفه الى موضع ابعد من المرآة اومائل عنها وحدق الى ذلك الموضع و كان يرى مع ذلك مبصرا فى المرآة فانه ربما راه اثنين وخاصة اذا كان المبصر صغير الحجم والعلة فيه ان سهمي الشعاع حينئذ يلتقيان على ذلك المبصر البعيد اوالمائل واذا كان يدرك المبصر بالانعكاس حينئذ بالبصرين فان الخطين الذين عليه تنعكس صورة النقطة الواحدة منه الى البصرين يكونان مختلفي الوضع بالقياس الى سهمي البصرين اختلافا متفاوتا وهذان الخطان يلتقيان على نقطة الخيال فترد صورة الخيال على خطين مختلفي الوضع بالقياس الى البصرين فتحصل فى موضعين مختلفين من البصر فتدرك النقطة نقطتين كما تبين ذلك فى المقالة الثالثة واذا كان جميع نقاط المبصر كذلك حصلت للمبصر الواحد صورتان في العصبة المشتركة كما يعرض ذلك فيما يرى على استقامة ويكون الخيال الواحد بمنزلة المبصر الواحد الذى يرى على استقامة اثنين اذا التقت عليه الشعاعات المختلفة الوضع وان كان

بعض

بعض النقط كذلك دون بعض حصل للمبصر بالانعكاس صورتان متداخلتان فادرك المبصر الواحد اثنين متداخلين ويكون علة هذا الغلط هو خروج وضع صورة المبصر عن عرض الاعتدال وحصول الخيال فى موضعين مختلفى الوضع من البصرين انما هو من اجل الانعكاس فعلة الغلط مركبة من الانعكاس ومن خروج الوضع عن عرض الاعتدال *

(ز) وايضا فان المبصر الذى يدرك بالانعكاس فى المسطحة اذا كانت المرآة على بعد مقتدر عن البصر ولم تكن قريبة منه فانه يرى اصغر مما هو عليه ويكون مع ذلك بعد الخيال عن البصرين بحيث لو كان عنده المبصر وادركه على استقامة ادرك عظمه صحيحا *

﴿ اعتبار ﴾

و يظهر هذا المعنى اذا جعل المعتبر فى موضع جسما ابيض وجلس فى موضع على بعد خمس خطوات منه وجعل المرآة مقابلة للجسم ونظر فيها فانه يرى صورة ذلك الجسم فى المرآة اصغر من الجسم نفسه واذا زاد التأمل ازداد تحققا واذا كانت المرآة فى هذه الحال قريبة من البصر فلا يكون بين بعد الخيال عن البصر و بين بعد الجسم عن البصر كثير تفاوت يؤثر فى الحس لان بعد الخيال عن البصر مثل بعد المبصر عن موضع الانعكاس مع بعد المرآة عن البصر *

(اقول) فيكون التفاوت بين بعد الخيال عن البصر و بين بعد الجسم عنه بقدر ما يكون التفاوت بين مجموع الضلعين المحيطين بزاوية منفرجة جدا و بين وتر الزاوية الذى هو قدر خمس خطوات وذلك يسير جدا *

(قال) ثم اذا باعد المعتبر المرآة عن بصره زيادة بعد على الاول ازدادت صورة الجسم صغرا واذا كان بعد الجسم عن المرآة قدر خمس خطوات و بعد

المرآة عن البصر خطوتين مثلا فان بعد الخيال عن البصر يكون قدر سبع خطوات ومعلوم ان الجسم اذا ادركه البصر على استقامة من سبع خطوات فليس يدركه اصغر مما يدركه من خمس خطوات وعلة ذلك ماقدمناه من ان عرض الاعتدال فى طريق الانعكاس اضيق مماهو فى طريق الاستقامة وان المبصر على استقامة انما يدرك اصغر اذا كان على بعد تشتبه منه صورته وتخفى اجزاؤه الصغار والمعانى اللطيفة وذلك يحدث(١) فى المبصر بالانعكاس عن بعد اصغر لكون الانعكاس يضعف الصورة وهذا المعنى يعرض فى المبصرات الغريبة اكثر مما يعرض فى المألوفة ويدرك المبصر الغريب بالانعكاس اصغر مماهو من بعد اقل من البعد الذى يدرك منه المألوف اصغر وعلة ذلك تقدم المعرفة بعظم المألوف فلا تشتبه صورته على الحاس الامن بعد اعظم وعلة هذا الغلط مركبة من الانعكاس ومن خروج بعد المبصر الذى هو الصورة الخيالية عن عرض الاعتدال بالقياس الى الصور المنعكسة *

تنبيه

وكذلك هيئة سطح المبصر بالانعكاس تلتبس من بعد اقل بكثير من البعد الذى تشتبه منه هيئته اذا ادرك على استقامة واعنى بهيئة السطح التحديب والتقعير والشخوص والغؤور واذا اعتبر هذا المعنى فى جميع المرايا وجد الغلط فيه كثيرا ودائما ويكون فى المبصرات الغريبة من بعد اقل وهذا الغلط انما هو من التباس ابعاد اجزاء سطح الصورة عن البصر واختلاف هذه الابعاد وانما يحققه البصر من ادراكه لمقادير الاجسام المسامتة لابعاد اجزاء السطح ومن ادراكه لانعطافات سطوح الاجزاء و اذا ضعفت صورة المبصر

(١) ن – يحصل

المبصر بالانعكاس خفيت الانعطافات و التبست من بعد اقل مما تلتبس منه فى طريق الاستقامة وتلتبس ايضا مقادير الاجسام المسامتة لابعاد الاجزاء للانعكاس *

تكملة

وقد يدرك البصر هذا المعنى من المبصرات بالحدس والامارات الآن الامارات تكون فى الصور البينة اظهر منها فى الضعيفة فيكون الحدس على المعانى التى فى الصور البينة امكن منه فى الضعيفة و اذا كانت الصور تشتبه بالانعكاس عن بعد اقل فادراك اختلاف الابعاد بالحدس ايضاً يعرض فيه الغلط عن بعد اقل*

(ح) وايضاً فان المبصر اذا ادرك بالانعكاس من المسطحة وادرك وسطه دون طرفيه وكان المبصر قائما على سطح المرآة فان صورته تدرك ممتدة فى طول المرآة وتدرك نهاية الصورة كانها ملتصقة بمحيط المرآة وهذا الغلط يعرض كثيرا فى جميع المرايا *

اعتبار

ويظهر ذلك اذا اقام المعتبر عودا طويلا ابيض على وجه الارض وجعل المرآة على وجه الارض بالقرب من العود ونظر فى المرآة الى ان يرى وسط العود دون طرفيه فانه حينئذ يرى طرفى الصورة كانهما ملتصقان بطرفى المرآة ويرى جميع الصورة كانها ممتدة فى سطح المرآة والعلة فى ذلك هى التى بينت فيما يرى على استقامة ان البصر اذا ادرك مبصرين وكان احدهما يستر بعض الآخر ولم يدرك البعد الذى بينهما ولا الاجسام المسامتة للبعد الذى بينهما فانه يدرك المبصرين الذين بهذه الصفة كانهما

متماسان كذلك الصورة التي يدركها فى المرآة دون طرفيها فانه يدرك طرفى الصورة كانهما يتصقان بمحيط المرآة فيدرك البصر نهاية الصورة من نهاية المرآة فيدرك نهايتى المرآة والصورة معا وليس يدرك فى هذه الحال البعد الذى بين طرف المرآة وبين المبصر فيراهما ملتصقين فان تحرك البصر بعد ذلك وقرب من المرآة حتى يدرك الطرف الاعلى من العود فانه يدرك العود منتصبا على سطح المرآة ومع ذلك فيدركه كالملتصق بجانب المرآة القائم على طرفها اما الا نتصاب فلانه يدرك التفرق الذى بين طرفه الاعلى والمرآة ويدرك خيال العود قائما على سطح المرآة واما التصاق الطرف الاسفل فلانه لايدرك التفرق بين الطرف والمرآة ولا يدرك البعد الذى بينهما بالانعكاس وقد يغلط ايضاً اذا ادرك الطرف الاسفل مفارقا للمرآة ولم يدرك الطرف الاعلى فان الصورة فى هذه الحال تدرك ممتدة في سطح المرآة وتدرك نهاية الصورة التى تلى الطرف الاعلى كالملتصقة بمحيط المرآة لانه يدرك ذلك التفرق فلا يدرك انتصاب العود على سطح المرآة وعلة هذا الغلط مركبة من الانعكاس ومن خروج وضع الصورة عن عرض الاعتدال لان اعتدال وضع هذه الصورة هو ان يكون موضعها بحيث يمكن للبصر ادراك تمامها بالانعكاس وكذا ادراك مايحيط بذلك المبصر من الاجسام فعلل الاغلاط الجزئية التى تكون فى المرايا المسطحة تكون مركبة من الانعكاس ومن العلل التى هى علل اغلاط الاستقامة وهى تكون في بعض الاوضاع دون بعض وفى بعض المبصرات دون بعض والذى ذكرناه من الاغلاط الجزئية مقنع فى التمثيل دال على ماسواها *

في

الفصل الرابع

في الاغلاط التي تعرض في المرايا الكرية المحدبة احدو عشرون مقصداً

مقدمة

الاغلاط التي تعرض في هذه المرايا بسبب الانعكاس خاصة اكثر مما يعرض في المسطحة فان الانعكاس عن الكرية المحدبة يضعف الصورة ويدرك البصر فيها الصورة في مقابلته وتكون اوضاع سطوح الصورة بخلاف اوضاع سطوح المبصر بالقياس الى البصر ويكون بعد الصورة عن البصر مخالفا لبعد المبصر وتكون اوضاع اجزاء الصورة المتيامنة والمتياسرة والمتعالية والمتسافلة بالقياس الى الناظر على مثل ماهي عليه في المرآة المسطحة ويعرض في هذه المرآة بسبب الانعكاس خاصة ان مقدار المبصر يدرك فيها غالباً اصغر من مقداره الحقيقي وهيئته في اكثر الاحوال على خلاف هيئته الحقيقية ولا شيء من المعاني المدركة في هذه المرايا يخلو عن غلط سوى ان المبصر الواحد يدرك واحدا وترتيب اجزاء المبصر بعضها عند بعض على ماهو عليه *

اعتبار

واذا اراد المعتبر ان يظهر له صغر الصورة في هذه المرايا فليعتمد عودا مستقيما ابيض يقيمه على سطح المرآة قياما معتدلا ثم ينظر في المرآة الى ان يرى ذلك العود فانه يرى صورة العود اقصر من نفسه قصر امتفا وتاوان جعل العود القائم معترضا ونظر فيها فانه في اكثر الاوضاع يرى صورة العود اصغر ايضا الا انها عند الانتصاب تكون اصغر مما اذا كان معترضا وكل مبصر يعتبر صورته في الكرية المحدبة وان كان فسيح الاقطار فان مقدار صورته يوجد

فى اكثر الاوضاع اصغر من مقداره الحقيقى واذا اعتبر العود المستقيم المعترض فى هذه المرآة وكان العود مقتدر الطول فانه يجد صورته فى اكثر الاوضاع محدبة حدبتها تلى سطح المرآة بخلاف ما يرى فى المسطحة والعلة فى جميع ذلك الخيال فان خيال المبصر فى هذه المرآة يكون فى اكثر الاحوال اصغر وخيال الخط المستقيم المعترض يكون فى اكثر الاحول محدبا وكثير من الدوائر المحيطة بالمرآة تكون خيالات مقعرها الذى يلى المرآة محدبة فلنبين ذلك بالبرهان *

الفصل الاول

(ا) فنقول كل خط مستقيم يدركه البصر فى مرآة كرية محدبة فان خياله فى اكثر الاوضاع اصغر من الخط نفسه اعنى الخط الواصل بين طرفى الخيال يكون اصغر من الخط المبصر نفسه كانت صورة الخط محدبة اومستقيمة فليتوهم خط * اب * فى مبصر وليكن مرآة كرية محدبة عليها * رجح * والمركز * د * وليكن * اب * على استقامة قطرها *

(فاقول) ان خيال * اب * اصغر منها بكثير وذلك انا نخرج * اب * حتى ينتهي الى * د * وليكن مركز البصر نقطة * ه * وفصل الانعكاس دائرة * رجح * ونقطتا انعكاس * اب * هما نقطتا * ج ن * ونخرج خطوط الانعكاسين وهى * ه ج * ج ا * ه ن * ن ب * فنقطة * ن * تكون من وراء خط * ج ا * بالقياس الى بصر * ه * كما تبين فى المقالة الخامسة ونخرج * ج م * مماس قوس * ج ح * فهو يلتقى * ا د * وليكن على * م * ونخرج * ن ل * مماس قوس * ن ح * فيلقى * ا د * وليكن على * ل فنقطة * ل * اقرب الى سطح المرآة من نقطة * م * ونخرج خط * ه ج * فى جهة * ج * فيلقى * ا د * وليكن على * ط * وكذا * ه ن * وليلقه

الشكل ٩٣

على * ك * فط * خيال * ا * وك * خيال * ب * وخط * طك * خيال اب * و نسبة * ا د * الى * د ط * كنسبة * ام * الى * م ط * و نسبة ب د * الى * دك * كنسبة * ب ل * الى * ل ك * و نسبة * ا د * الى د ط * اعظم من نسبة * ب د * الي * دك * فنسبة * ام * الى * م ط * اعظم من نسبة * ب ل * الى * ل ك * فلتكن نسبة * ف م * الى * م ط كنسبة * ب ل * الى * ل ك * و ب ل * اعظم من * ل ك * لان نسبته اليه كنسبة * ب د * الى * دك * فخط * ف م * اعظم من * م ط * ولتكن نسبة * ب ل * الى * ل ك * كنسبة * ب م الى * ل ق *

(اقول) فتكون نقطة * ق * فيما بين * ل ك *

(قال) فتكون نسبة * ف م * الي * م ط * كنسبة * ب م * الى * ل ق وكنسبة * ف ب * الباقى الى * م ل * ق ط * الباقيين مجموعين و * ف م اعظم من * م ط * فخط * ف ب * اعظم من خطى * م ل * ق ط * مجموعين فهو اعظم بكثير من خط * ك ط * واب * اعظم من * ف ب * فاب * اعظم بكثير من * ط ك * خياله وان كان الخط المبصر هو * ام * فهو اعظم من * اك ط * وكذالو كان المبصر خطا اعظم من * ام *

﴿الشكل - ٩٣﴾

﴿الحاصل﴾

وكل خط تدركه فى مرآة كرية محدبة اذا كان على استقامة قطرلها فان خياله يكون اصغر بكثير من الخط نفسه وايضا فليكن - اب * معترضا غير مار بمركز المرآة وليكن المركز * ج * ونصل * اج * ب ج * وليكن خيالا اب * نقطتي * د ه * و نصل * د ه * فده * هو الذى يصل بين طرفى

خيال المبصر الذى خط * اب * واصل بين طرفيه *

(فاقول) ان * ده فى اكثر الاحوال اصغر من * اب * وذلك ان ده * اما ان يوازى * اب * اولا فان وازاه فهو اصغر منه وان لاقاه فليكن على * ر * فزاوية * ر دا * اما ان تكون حادة او لا فان كانت غير حادة فانا نخرج * ه ح * يوازى * اب * فيكون * ح * فيما بين * اد * ويكون * ه ح * الذى هو اصغر من * اب * ليوازيه مما فى مثلث اعظم من ه د * الخيال لكونه وترزاوية * ادر * فاب * اعظم بكثير من * ده * وان كانت زاوية * ردا * حادة فاما ان لا يكون * اب * اصغر من ج ه * اولا فان كان الاول فان * اب * يكون ايضا اعظم من * ده * لان خط * ج ه * فى هذه الحال يكون اعظم من * ده لكونه وتر المنفرجة وهو اصغر من * اب * او مثله * فاب * اعظم من * ده * وان كان اصغر فربما كان اعظم من * ده * ومساويا واصغر لان زاوية زدا * اذا كانت حادة كانت زاوية * اج ب * حادة واذ ذاك فيمكن ان يكون * اب * اعظم من * ده * ومساويا واصغر *

(اقول) وسيجئ بيانه بعد *

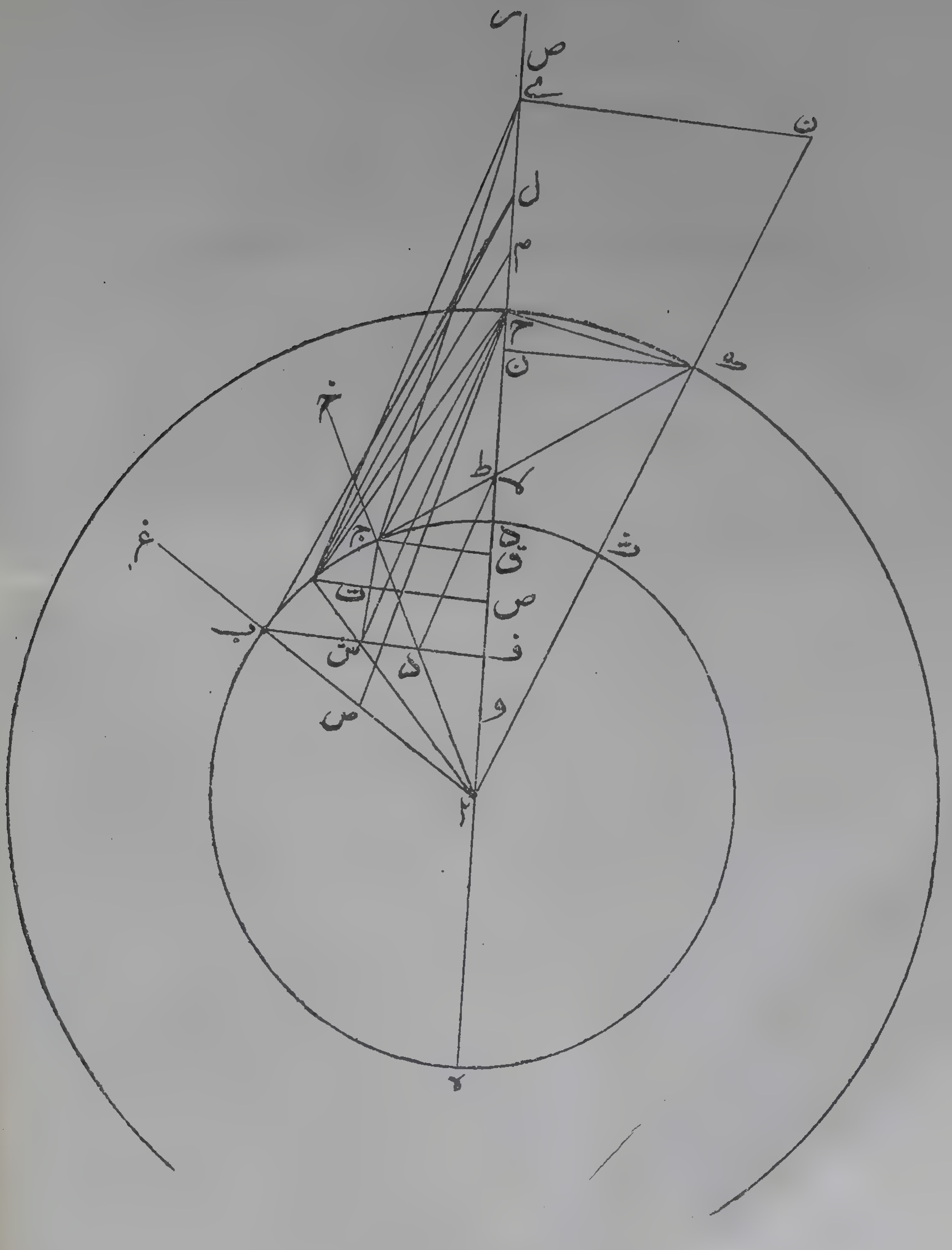
(قال) الا ان التساوى والصغر نادر ولا يكون ذلك الا اذا كان * اب * اصغر من * ج ه *

(اقول) بل ان يكون * اب * اصغر من نصف قطر المرآة بقدر محسوس *

(قال) واذا كان المبصرات صغارا فان الانعكاس يؤثر فى صورها اكثر مما يؤثر فى صور العظام لان الصورة الصغيرة تضعف وتلتبس قبل ضعف الكبيرة *

(اقول)

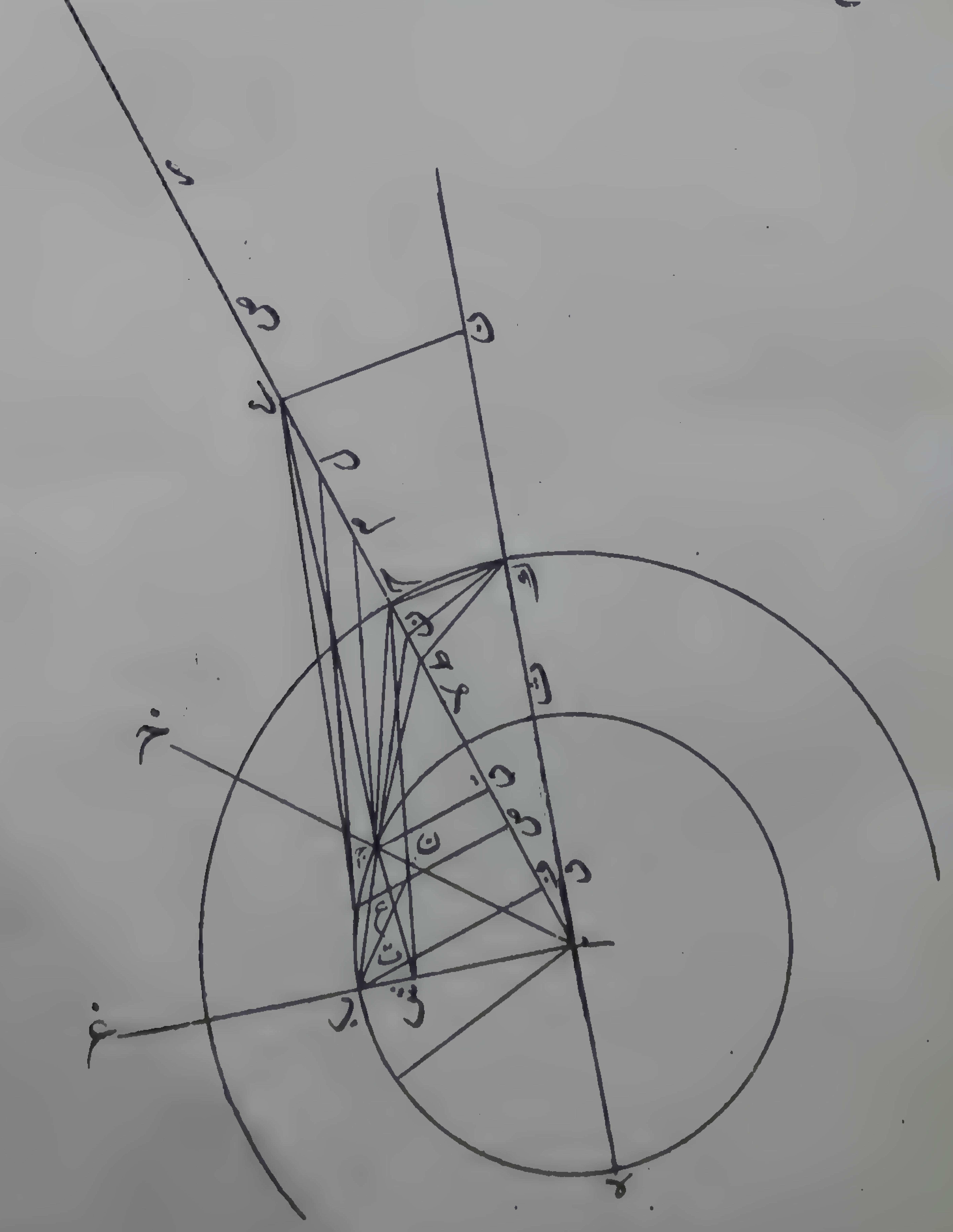
٢الشكل الـ٩٤



الشكل ب ٩٤

هذه صورة الشكل فى نسخة ليدن

وهو اصح للعبارة وقد زدت فى شكل الاصل ما نقص ليكون ابين. ك



(اقول) تقريب هذا الكلام هو انه اذا كانت المبصرات صغارا و تضعف عن يسرو الاوضاع التي يكون فيها * ا ب * اعظم من * د ه * نادرة فان كان على بعض تلك الاوضاع * ا ب * مساويا او اصغر وكان صغيرا فان صورته تتصاغر ايضا عما يقتضيه الامر الهندسي فاذا كان * ا ب * صغيرا ففي اكثر صور التساوي والصغر يكون اعظم ايضا *

(قال) وايضا فانه قد تبين قبل ان المبصر المدرك بالانعكاس اذا كان على بعد مقتدر فانه يدرك الصورة اصغر وان كان من الابعاد التي لا تقع لها الغلط في طريق الاستقامة فاكثر الابعاد المقتدرة التي يدرك منها مقادير الصغار بالاستقامة محققا فانه لا يدرك منها مقادير الصغار بالانعكاس محققا بل اصغر ﴿ الشكل - ٩٤ ﴾

(اقول) والتقريب ماض *

(قال) فالمبصرات التي يدركها البصر بالانعكاس في الكرية المحدبة تدرك مقاديرها في اكثر الاحوال اصغر مما هي عليه وذلك ما اردنا بيانه *

الفصل الثاني

(ب) وتبين مما بيناه ان المبصر كلما بعد عن المرآة ازداد خياله صغرا لانه اذا بعد صغرت الزاوية التي يوترها ذلك المبصر عند مركز المرآة النظيرة لزاوية * اج ب * وقرب الخيال من المركز فاذا بعد صغر خياله للسببين واذا اعتبر ذلك وجد كذلك *

الفصل الثالث

(ج) ولهذه العلة ايضا يوجد المبصر اذا كان ملتصقا بسطح المرآة ومتساوي الغلظ كالاسطوانة المنتصبة على سطح الكرة ان صورته منخرطة لان صورته تكون متصلة به فتكون صورة قاعدته منطبقة على قاعدته وتكون صورة طرفه الا على طرف الصورة المتباعدة عن سطح المرآة فيكون

خيال الطرف الابعد ادق من خيال الطرف المتصل فيعرض ان يكون الخيال منخرطاً وكذلك اذا كان هذا المبصر غير ملتصق بالمرآة لكنه منها على وضع الانتصاب فان خيال طرفه الابعد ادق من خيال طرفه الاقرب فيعرض الانخراط *

(د) واستبان ايضا ان هذه المرآة كلما صغرت كان خيال طرف المبصر فيها اصغر لان نقطة الانعكاس تكون اقرب من المركز فيكون الخيال ايضا اقرب فيكون اصغر فانا لو فرضنا في بعض الاوضاع * ده * مثل * اب * على ان تكون زاوية * ج ده * منفرجة و * ج ه * اعظم من * اب * فاذا رفعت تلك المرآة وجعل مكانها مرآة اخرى نصف قطرها اصغر من * اب * وجعل مركزها على * ج * وادرك البصر خط * اب * في المرآة الصغرى وكانتا ثابتتين في موضعهما فان طرفي الخيال يكونان على خطي * اج * ب ج * وينفصلان من خط * اج * ب ج * مما يلي * ج * خطين كل منهما اصغر من نصف قطر المرآة فيكون النظير * لج ه * اصغر من * اب * فيكون نظير * ده * اصغر من خط * اب * فتبين ان المرآة الكرية المحدبة كلما صغرت صغر خيال المبصر فادركه اصغر مما هو عليه *

الفصل الرابع

(ه) وقد بقي ان يبين ان قطر خيال المبصر يمكن ان يكون مثل قطره او اعظم ولا نعرف احداً من المتقدمين ولا المتأخرين بين هذا المعنى ولا وجدناه في شيء من الكتب فلتكن مرآة كرية محدبة مركزها * ا * وعليها عظيمة * ب ج ده * قطرها * ه ا د * ونخرجه الى * ر * ونجعل ضرب * ه ر * في * ر د * ليس باعظم من مربع * د ا *

الفصل الخامس

(اقول) وطريقه ان تزيد نصف * د ا * على * ه د * وليكن * ه ل * وتضيف اليه

اليه سطحا مثل مربع * ذا * فيكون العرض الحادث اصغر من * ه ل
ثم بعد ذلك فاى قدر نقصته من العرض و زدته على الطول كان السطح
الحادث من ذلك اصغر من مربع * د ا * لان ما ينقص من السطح الاول
بسبب ذلك هو سطح القدر الناقص فى طول الاول وما يزيد عليه هو سطح
الناقص فى العرض الامربع الناقص فالزائد اصغر بكثير من السطح الناقص
فالسطح الحادث اصغر من مربع * د ا *

(قال) و ننصف * ر د * على * ح * فيكون * ح ا * نصف * ر ه *

(اقول) لان * ح ا * مركب من نصفى قسمى * ه د * د ر *

(قال) فيكون ضرب * اح * في * ح ذ * ليس باعظم من ربع مربع
ذا * و نجعل ضرب * اح * فى * ح ط * مثل مربع * ح د * و نجعل
ا * مركزا و نبعد * اح * دائرة * ح ك * ونجعل * ح ك * نصف * ح
د * و نصل * اك * ط ك * ونجعل زاوية * ح ك ن * مثل * ح اك *
فيكون مثلثا * ح ك ن * ح اك متشابهين فيكون * ح ك * مثل *
ك ن *

(اقول) لان مثلث * ح اك * متساوى الساقين *

(قال) ويكون ضرب * اح * فى * ح ن مثل مربع * ح ك * وضرب
اح * فى * ح ط * اعنى مربع * ح د * اربعة امثال مربع * ح ك *

(اقول) لان * ح ك * نصف * ح د *

(قال) فط ح * اربعة امثال * ح ن * فضرب * ح ط في * ط ن * ثلثة
ارباع مربع * ح ط * وضرب * ح ط في * ط ن * هو زيادة مربع
* ط ك * على مربع * ك ح *

(اقول) وذلك لان مثلث * ط ح ن * متساوى الساقين فزاوية * ح منه حادة والعمود الواقع على القاعدة ينصفها وليكن على * ل * فمربع * طك مثل مربعى * ط ل * ل ك * ومربع * ح ك * كمربعى * ح ل * ل ك * واذا القينا مربع * ل ك * المشترك كان التفاضل بين مربع * ط ل * ح ل بل مربعى * ط ل * ن ل * كالتفاضل بين مربعى * ط ك * ح ك * والتفاضل بين مربع * طل * حل * بل مربعي * ط ل * ن ل * كالتفاضل بين مربعى * ط ك * ح ك * والتفاضل بين مربعى * ط ل * ل ن * هو بقدر مربع * ط ن * وضربه فى ضعف * ن ل * اعني في * ن ح * وهما معا مثل * ط ن * فى * ط ح *

(قال) ونجعل نسبة * ى ا * الى * ا ح * كنسبة * ط ك * الى * ك ح فنسبة مربع * ى ا * الى مربع * ا ح * كنسبة مربع * ط ك * الى مربع ك ح * فنسبة زيادة مربع * ى ا * على مربع * ا ح * كنسبة ضرب ح ط * في * ط ن * الى مربع * ك ح * ونسبة ضرب * ح ط * فى * ط ن الى مربع * ك ح كنسبة ثلثة امثال مربع * ح ط * الى مربع * ح د *

(اقول) وذلك لان مربع * ك ح * ربع مربع * ح د * فنسبة قدر واحد بعينه كمربع * ط ح * الى مربع * ك ح * من نسبة مربع * ط ح * بعينه الى مربع * ح د * هى اربعة امثال لما تبين فى الاصول فنسبة مربع * ط ح * الى مربع * ك ح * كنسبة اربعة امثل مربع * ط ح * الى مربع * ح د * فنسبة ثلثة ارباع مربع * ط ح * اعنى ضرب * ح ط * في * ط ن * الى مربع * ك ح * كنسبة ثلثة امثال مربع * ط ح * الى مربع * ح د *

(قال) وليكن * ح ص * ثلثة امثل * ح ط * فضرب * ص ح * في ح

ح ا * ثلثة امثال مربع * ح د * ونسبة * ط ح * الى * ح ا * هى كنسبة
مربع * ح ط * الى مربع * ح د فنسبة * ص ح * الى * ح ا * هى كنسبة
ثلثة امثال مربع * ح ط * الى مربع * ح د * اعنى نسبة زيادة مربع * ط
ك * على مربع * ك ح * بل نسبة زيادة مربع * ى ا * على مربع * ا ح *
الى مربع * ا ح * فنسبة زيادة مربع * ى ا * على مربع * ا ح * الى
مربع * ا ح * كنسبة * ص ح * الى * ح ا * فنسبة مربع * ى ا * الى
مربع * ا ح * كنسبة * ص ا * الى * ا ح * فنسبة * ص ا * الى * اى
كنسبة * ى ا * الى * ا ح * وكنسبة * ص ى * الباقى الى * ى ح *
الباقى * فص ى * اعظم من * ى ح * وايضافان ضرب * ا ح * فى * ح
د * ليس باعظم من ربع مربع * د ا *

(اقول) لان ضرب ضعف الاول * ه ر * فى ضعف الثانى * ر د * ليس
باعظم من مربع * د ا *

(قال) * فد ح * اصغر من ربع * د ا *

(اقول) لان * د ا * فى ربعه ربع مربعه * فا ح * فى ربع * د ا * اعظم
من ربع مربعه * فد ح * اصغر من الربع *

(قال) فهو اصغر من خمس * ح ا * ونسبة * ط ح * الى * ح د * كنسبة
د ح * الى * ا ح * فخط * ط ح * اصغر من * ج * من جزء من خمسة وعشرين
جزءا من خط * ح ا * فط ا اعظم من اربعة وعشرين جزءا من خمسة
وعشرين جزءاً من * ح ا * ولان نسبة * ص ى * الى * ى ح * كنسبة
ى ا * مع * ا ح فنسبة * ص ح * الى ح ى * كنسبة * ط ح * وهو
ثلث * ح ص * الى * ح ى * كنسبة ثلث * ى ا * مع * ا ح * الى * ا ح

و ثلث * ى ا * مع * اح * هو ثلثا * اح * مع ثلث * ح ى * فنسبة ثلثى * ح ا * مع ثلث * ح ى * الى * ح ا * كنسبة * طح * الى * ح ى * فبالعكس نسبة * ى ح * الى * ح ط * كنسبة ح ا * الى ثلثى * ح ا * مع ثلث * ح ى * وثلث * ح ى * اصغر من سدس * ح ص * لان * ح ى * اصغر من نصف * ح ص *

(اقول) لان * ص ى * اعظم من * ى ح *

(قال) وسدس * ح ص * هو نصف * طح * فثلث * ح ى * هو اصغر من نصف * طح * و * طح * اقل من جزء من خمسة وعشرين جزءاً من خط * ح ا * فنسبة * ى ح * الى * ح ط * كنسبة * ح ا * الى ثلثي * ح ا * مع اقل من نصف جزء من خمسة وعشرين جزأ من * ح ا * وثلثى * ح ا * مع هذا الاقل هو اقل من ثمانية عشر من خمسة وعشرين من * ح ا *

(اقول) فنسبة * ى ح * الى * ح ط * كنسبة خمسة و عشرين الى ماهو اقل من ثمانية عشر واعظم من سبعة عشر *

(قال) و * ى ح * اصغر من نصف * ح ص * اعنى ثلثة امثال * ح ط * فهو اصغر من مثل و نصف * ح ط * فخط * ى ا * اصغر من ستة وعشرين جزءاً ونصف بالمقدار الذى به * اح * خمسة وعشرون جزأ فنسبة * ى ا * الى * ا ط * اصغر من نسبة ستة وعشرين ونصف الى اربعة وعشرين *

(اقول) لان * ا ط * اعظم من اربعة وعشرين جزأ *

(قال) فنسبة * ى ح * الى * ح ط * اعظم من نسبة * ى ا * الى * ط ا * فنجعل نسبة * ي م * الى * م ط * كنسبة * ى ا * الى * اط فنقطة * م * فيما بين نقطتى * ى ح * ولان نسبة * ي م * الى * م ح * اعظم من نسبة

ى م * الى * م ط * تكون نسبة * ى م * الى * م ح * اعظم من نسبة
ى ا * الى * ا ط * ونسبة * ى ا * الى * اط * اعظم من نسبة * ى ا *
الى * اح * فنسبة * ى م * الى * م ح * اعظم بكثير من نسبة * ى ا * الى
اح * فنجعل نسبة * ى ل * الى * ل ح * كنسبة * ى ا * الي * اح *
* فنقطة * ل * فيما بين نقطتى * ى م * ونخرج من نقطتى * ل م * خطين
مماسان الدائرة وليكونا * ل ب * م ح * ونصل * ى ب * ح ب * ى ج *
طج * اب * ع ا * ج ح * فزاوية * ى ب ع * مثل * ح ب ا * كما تبين
فى الشكل الخامس من اشكال الخيال *
(اقول) لان نسبة * ى ل * الى * ل ح * كنسبة * ى ا * الى * اح *
(قال) وزاوية * ى ب ل * مثل زاوية * ل ب ح * وكذا زاوية * ى
ج ح * كزاوية * ط ح ا *
(اقول) لان نسبة * ى م * الى * م ط * كنسبة * ى ا * الى * ا ط *
(قال) وزاوية * ى ج م * كزاوية * م ج ط * ونخرج * ح ش * موازيا
لخط * ى ب * و * ط ر * موازيا لخط * ي ج * فزاوية * ح ش ب * مثل
ح ب ش * فح ب * مثل * ح ش * وكذلك * ط ح * مثل * ط ر
و * اح * اعظم من * ح ش * لان زاوية * ح ش ا * منفرجة * فاح
اعظم من * ح ب * وكذلك * ا ط * اعظم من * ط ج * ولتوازى * ح ش
ى ب * تكون نسبة * ى ا * الى * اح * كنسبة * ب ا * الى * اش
وكذا نسبة * ى ا * الى * ا ط * كنسبة * ح ا * الى * ار * فنسبة * ح ا
الى * اى * كنسبة * ش ا * الى * اب * و نسبة * ى ا * الى * اط *
كنسبة * ح ا * الى * ار * التى هى كنسبة * اب * الى * ار * فبالمساواة نسبة

ح ا * الى * ا ط * كنسبة * ش ا * الى * ا ر * وايضا فان زيادة مربع * اح * على مربع * ح ب * هو ضرب * ب ا * فى * اش * لان مثلث * ب ح ش * متساوى الساقين وكذلك زيادة مربع * اط * على مربع ط ج * هو ضرب * ج ا * فى * ار * و * اب * مثل * ج ا * فنسبة زيادة مربع * اح * على مربع * ح ب * الى زيادة مربع * اط * على مربع * ط ج * هى نسبة * ش ا * الى * ار * اعنى * ح ا * الى * اط * ونجعل ضرب * اح فى * ح و * مثل مربع * ح ب * فضرب * ح ا * فى * اج * مع زيادة مربع اح * على مربع * ج ب * ونسبة * ح ا * الى * ا ط * هى نسبة ضرب ح ا * فى * او * الى ضرب * ط ا * فى * او * فنسبة زيادة مربع * اح على مربع * ح ب * الى زيادة مربع * اط * على مربع * ج ط * هي نسبة ضرب * ح ا * فى * او * الى ضرب * اط * فى * او * وضرب * ح ا * فى او * هو زيادة مربع * اح * على مربع * ح ب * فضرب * ط ا * فى او * هو زيادة مربع * اط * على مربع * ط ج * فضرب * ط ا * فى * ط و * هو مربع * ط ج * وايضا فانا ننصف قوس * ب ج * على نقطة * ع * ونصل اع * ب ج * ونخرج من نقطة * ب * ع * ج * اعمدة ب ف * ع س ج ق * على * زا * ونخرج * ج ش * موازيا * لدا * ونخرج * ب ت * عمودا على * اج * فخط * ب ت * اذا اخرج على استقامة فصل من الدائرة مما يلى * ج * قوسا كقوس * ج ب * فتكون زاوية * ح ب ت نصف * ب اج * لان الاولى على المحيط والاخرى على المركز *

(اقول) وذلك لان القوس التى توتر * ج ب ت * على المحيط كالتى توتر ب اج * على المركز *

(قال)

(قال) فزاوية * ج ب ت * مثل * ع اج * ولان كلا من زاويتى * ب
ش ج * ب ت ج * قائمة و * ب ج * يوترهما فالدائرة المرسومة على قطر
ب ج * تمر بنقطتى * ش ت * فزاوية * ت ب ش * مثل * ش ج ت *
وزاوية * ش ج ت * مثل * ج اد * لتوازى * ج ش * د ا * فجميع زاوية
ج ب ش * مثل جميع * ع اض * وقائمة * ب ش ج * مثل * ع ض ا *
فمثلث * ب ج ش * شبيه بمثلث * ع اض * فنسبة * ب ج * الى * ج
ش * كنسبة * اع * الى * ع ض * وايضا فان زاوية * اح ب * حادة
لكون * ب ف ح * قائمة فمربعا * اح * ح ب * معا يساويان مربع *
اب * اى * اد * وضرب * اح * فى ضعف * ح ف * اعنى وضرب
اح * فى ضعف * ح د * وضعف * د ف * لكن ضرب * اح * فى ضعف
ح د * وضعف * دف * الكن ضرب * اح * فى ضعف ح د * مع مربع
اد * هو مربع * اح * مع مربع * ح د * فمربعا * اح * ح ب * معا
يساويان مربعي * اح * ح د * وضرب * اح * فى ضعف * د ف *
فيسقط مربع * اح * المشترك فيبقى مربع * ح ب * مساويا لمربع * ح
د * وضرب * اح * فى ضعف * د ف * لكن مربع * ح ب * يساوى
ضرب * اح * فى * ح و * فاح * فى * ح و * مثل مربع * ح د *
وضرب * اح * فى ضعف * د ف * ومربع * ح د * مثل * اح * فى
ح ط * فيبقى ضرب * اح * فى * ط ف * مثل * اح * فى * د ف *
مرتين * فط و * ضعف * د ف * وايضا فان زاوية * اط ج * من
مثلث * اط ج * حادة فمربعا * اط * ط ج * مثل مربع * اج * مع
ضرب * اط * فى ضعف * ط ق * فتبين كما مر ان مربع * ط ج * مثل

مربع * ط د * مع ضرب * ا ط * فى ضعف * د ق * فضرب * ا ط * فى * ط ق * مثل مربع * ط د * مع ضرب * ا ط * فى ضعف * د ق * ونجعل ضرب * اط * فى * ط لا * مثل مربع * ط د * فبقى * ط لا * مثل مربع * ط د * فيبقى ضرب * ا ط * فى * لا د * مثل ضرب * ا ط * فى ضعف * د ق نخط * لا و * ضعف * د ف * وكان * ط و * ضعف * د ف * فيبقى * ط لا * ضعف * ق ف * فق ف * نصف * لا ط * وايضا فان نسبة * ا ح * الى * ح ط * كنسبة * ا ح * الى * ح د * مثناة ونسبة ا ط * الى * ط ل * كنسبة * ا ط * الى * ط د * مثناة والثانية اعظم من الاولى *

(اقول) وذلك لانها لو كانت مثل الاولى لكان فضل * ا ط * على * ط د * اصغر من فضل * ا ح * على * ح د * وكذا لو كانت اصغر بطريق الاولى والفضل كالفضل فهى اعظم *

(قال) فنسبة * ا ط * الى * ط لا * اعظم من نسبة * ا ح * الى * ح ط * و * ا ط * اصغر من * ا ح * فط لا * اصغر من * ح ط * فف ق * اصغر من نصف * ح ط * و * ف ق * مثل * ج ش * لان سطح * ج ف * متوازى الاضلاع وكان نسبة * ب ج * الى * ج ش * كنسبة * ا ع * الى * ع ض * فنسبة * ب ج * الى * ق ف * كنسبة * ب ا * اعنى ع ا * الى * ع ص * وبالابدال نسبة * ج ب * الى * ب ا * كنسبة * ق ف * الى * ض ع * وايضا قد بان ان * ح ى (١) * اصغر من مثل ونصف ح ط * وان * ح ط * اقل من خمس * ح د * فح ى * اصغر * ح د * اعنى * ح ر * نخط * ى د * اصغر من * ر د * فم د * اصغر بكثير من * ر د *

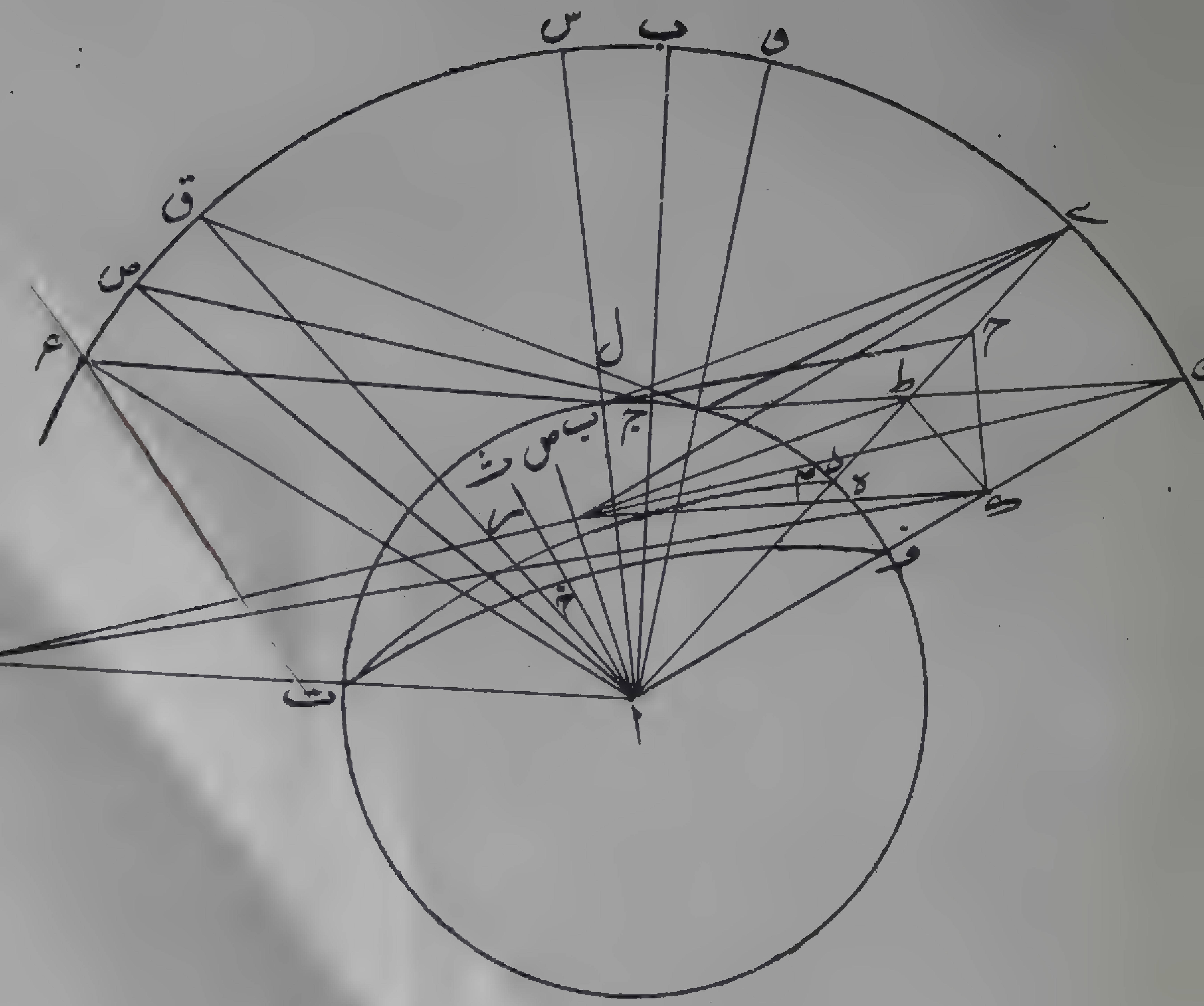
---

(١) ن – ج ى :

وكان ضرب * ه ر * فى * ر د * ليس باعظم من مربع * د ا * فضرب * ه م *
فى * م د * اصغر من مربع * د ا * فمربع * م ح * اصغر مربع * ج ا *
(أقول) وذلك ان * م ج * اذا كان مماسا فمربعه مثل ضرب * ه م * فى
م د * الاصغر من مربع * د ا * بل * ج ا * وان لم يكن مماسا وقد لاقى
الدائرة فهو اصغر من المماس فمربعه اصغر بكثير من مربع * ج ا *
(قال) فم ج * اصغر من * ج ا * و * مثلث * م ج ق * شبيه بمثلث
م ج ا * وزاوية * م ج ق * مساوية لزاوية * ج ا م * فنسبة * م ق *
الى * ق ج * كنسبة * م ج * الى * ج د * و * م ج * اصغر من * ج ا *
فم ق * اصغر من * ق ج * فح د * اصغر بكثير من * ق ج * و * ق ج *
اصغر من * ض ع * فح د * اصغر بكثير من * ص ع * وايضا فان نسبة
اح * الى * ح د * اصغر بكثير من * ق ج * و * ق ج * اصغر من
ض ع * فح د * اصغر بكثير من * ص ع * وايضا فان نسبة * اح * الى
ح د * كنسبة * د ح * الى * ح ط * لان ضرب * اح * فى * ح ط *
مثل مربع * ح د * و * ك ح * نصف * ح د * فنسبة * ك ح * الى نصف
ح ط * كنسبة * اح * الى * ح د * وبالابدال فنسبة * ك ح * الى * ح ا *
كنسبة نصف * ح ط * الى * ح د * وقد تبين ان * ح ذ * اصغر من
ض ع * وان * ف ق * اصغر من نصف * ح ط * فنسبة نصف * ح ط *
الى * ح د * اعظم من نسبة * ق ف * الى * ض ع * و نسبة نصف
ح ط * الى * ح د * كنسبة * ك ح * الى * ح ا * فنسبة * ك ح * الى
ح ا * اعظم من نسبة * ق ف * الى * ض ع * التى كانت كنسبة * ج ب *
الى * ب ا * وخط * ا ك * يقطع دائرة * ب ح د * فليكن على * ث *

و نصل * د ث * فيكون موازيا * لك ح * لتساوى * اح * اك * و * اد * اث * فنسبة * كح * الى * ح ا * كنسبة * ث د * الى * د ا * ونسبة * كح * الى * ح ا * كانت اعظم من نسبة * ج ب * الى * ب ا * فنسبة * ث د * الى * دا * اعظم من نسبة * ج ب * الى ب ا * و د ا * مثل * ب ا * فد ث * اعظم من ج ب * فقوس * د ث * اعظم من قوس ج ب * و يخرج * اك * و يجعل منه * ان * مثل * اي * و نصل * ى ن * فيكون موازيا * لحك * فنسبة * ى ن * الى * ح ك * كنسبة ى ا * الى * اح * التى فرضت كنسبة * ط ك * الى * كح * فنسبة * ى ن * الى * كح * كنسبة * طح * الى * كح * فى * ن * مساو لط ك * و اذ قد تبين جميع ذلك فانا نعيد من الصورة بعضها لئلا تكثر الخطوط فتشتبه وذلك دائرة * بج د * وخطوط * اى * ان * اب * اح * ى ب * ح ر * ي ج * ط ج * ح ط * ط ك * ي ن * و يجعل حرف * ف * بدل * ث * و يجعل * ث * مركزاويبعد * ان * دائرة فهى تمر نقطة * ى * ويخرج * اب * اج * حتى يلقيا محيطها على * ش ر * فزاوية * ى ب ش * مثل * ح ب ا * و زاوية * ى ج ر * مثل طج ا * كما مر وقد تبين ان * ى ن * مثل * ط ك * وان قوس * د ف * اعظم من قوس * ج ب * فنجعل قوس * ب م * مثل قوس * د ف * ونصل * ام * و نخرجه الى * و * و نصل * ى م * ك م * ن م * فلان قوس * م ب * مثل * دف * و * دم * مشتركة فقوس * ف م * مثل ذ ب * فزاوية * ف ام * مثل * د ا ب * (الشكل - ٩٥) و خط * ن ا * مثل * ى ا * فن م * مثل * ى ب * و ك م * مثل ح ب

الشكل ٩٥



ح ب * فزاوية * نمو * مثل * كم ا * ونخرج * كم * حتى يلقى دائرة
ر س * على * ص * فجميع خط * ص م * خارج عن دائرة * م ج ب *
لان * كم * يقطع قوس * م ف * لان الخط المماس الخارج من نقطة
م * يقطع خط * ن ك * لان المماس الذى يخرج من نقطة * ب * يقطع
ى ح * كما هو بين فى الصورة الاولى * فم ك * يقطع قوس * م ف *
فجميع * م ص * خارج عن دائرة * م ج ب * فنقطة * ج * تحت * م ص
ونصل * ا ص * فلان زاوية * ن م و * مثل * كم ا * اعنى * ص م و *
فخطا * ص م * م ن * متعاكسان وقوس * ن و * مثل * و ص * فزاوية
نام * اعنى * ى ا ب * مثل * ص ا م * وزاوية * ب ا ج * اما ان تكون
مثل * ج ا م * او اعظم او اصغر فان كانت مثلها فتبقى زاوية * ى اج * مثل
ص ا ج * ونصل * ج ص * فيكون مثل * ى ج * وزاوية * ى ج ر * مثل
ص ج ر * فخطا * ص ج * ج ي * متعاكسان ولان زاوية * ي ج ر * اعنى
ص ح ر * مثل * ط ج ا * فزاوية * ص ج ر * مثل * ط ج ا * فخط
ص ج ط * متصل على استقامة فاذا كان البصر عند نقطة * ص * فان صورة
نقطة * ى * تنعكس اليه من نقطة * ج * وصورة * ن * من نقطة * م *
وتكون * ط * خيال * ى * و * ك * خيال * ن * وقد تبين ان * ط ك * مثل
ى ن * وان كانت زاوية * ب ا ج * اعظم فزاوية * ى ا ج * الباقية اصغر
من * ص ا ج * الباقية فنجعل زاوية * ق ا ج * مثل زاوية * ى ا ج * ونصل
ج ق * فيكون مثل * ج ى * وتكون زاوية * ق ج ر * مثل * ى ج ر *
ويكون خطا * ق ج * ج ى * متعاكسين ويكون * ق ج * متصلا * بح ط *
على استقامة ولان نقطة * ق * فوق خط * م ص * و نقطة * ج * تحته

فج ق * يقطع * م ص * وليكن على * ل * فاذا كان البصر على نقطة * ل * فان صورة * ى * تنعكس اليه من * ج * وصورة * ن * من * م * ويكون ط * خيال * ى * و * ك * خيال *ن* و * ط ك * قطر خيال * ى ن * وان كانت زاوية * ب ا ج * اصغر فزاوية * ى ا ج * الباقية اعظم من ص ا ج * الباقية فنجعل زاوية * ج ا ع * مثل * ى ا ح * ونصل * ج ع * فيكون مثل * ج ى * وتكون زاوية * ى ج ر * مثل * ع ج ر * وخطا ع ج * ج ى * متماكسين وخطا * ع ج * ج ط * متصلين على استقامة فخطا * ك م ص * ط ج ع * اما ان يلتقيا في جهة * ع ص * اذا اخرجا اولا وعلى الاول فان البصر اذا كان على نقطة الالتقاء فان صورة * ى * تنعكس اليه من * ج * وصورة * ن * من * م * ويكون * ط ك * خيال ى ن * وعلى الثانى فلا بد ان توجد نقطة خارجة عن السطح الذى فيه دائرة * ب ج ك * اذا كان البصر عندها ادرك نقطتى * ى ن * من نقطتين خيالاهما * ط ك * وذلك ان زاوية * ب اج * اصغر من نصف زاوية * ب ام * لان زاوية * ب ا ج * اصغر من * ج ام * فزاوية ب ا ج * اصغر من نصف زاوية * ن ا ى * فزاوية * ى ا ب * تزيد على * ى ا ج * باقل من نصف * ن ا ى * فزاوية * ن ا ص * وهي ضعف * نام * اى * ى ا ب * تزيد على زاوية * ى ا ع * وهى ضعف ى ا ج * باقل من * ن ا ى * فزاويتا * ع ا ى * ى ا ن * معا اعنى ع ان * اعظم من زاوية * ص ا ن * وزاوية * ص ا ن * وهي اعظم من ع ا ى * مع زاوية * ن ا ى * اعظم من زاوية * ع ا ى * وزاويتا ص ا ن * ع ا ي * معا اعظم بكثير من * ى ا ن * فزوايا * ن ا ص

ى

ى اع * ن اى * الثلث كل ثنتين منها اعظم من الثلثة وخطوط * ان *
اى * اص * اع * المحيطة بهذه الزوايا متساوية فيمكن ان تعمل من
اوتار هذه الزوايا الثلث مثلثا ومن الزوايا زاوية مجسمة فلتكن المجسمة هى
التى تحيط بها زوايا * ى اش * ن اش * ن اى * ولتكن زاوية * ى اش *
مثل * ى اع * و * ن اش * مثل * ن اص * و ن اى * مشتركة و * اش *
مثل واحد من * ان * اى * اص * اع * ونصل * ط ش * ك ش *
فيكون * ط ش * مثل * طع * و * ك ش * مثل * ك ص * وزاوية * ش
ط ا * مثل * ع ط ا * وزاوية * ش ك ا * مثل * ص ك ا * وننصف زاوية
ى اش * بخط * ار * و زاوية * ن اش * بخط * اخ * فزاوية * ط ار *
مثل * ط اج * وزاوية * رط ا * مثل * ج ط ا * وط ا * مشترك للمثلثين
فط ر * مثل * طج * و * ار * مثل * اج * الذى هو نصف قطر المرآة
فنقطة * ر * على سطح المرآة وكذلك نبين * ان * ك خ * مثل * ك م *
و * اخ * مثل * ام * فنقطة * خ * على سطح المرآة وخط * اش *
المساوى * لان * اعظم من نصف قطر المرآة فليقطع سطح المرآة
على نقطة * ت * فنقط * د ر ت * على سطح المرآة فى سطح مثلث * ط
اش * فهى على محيط دائرة مثل دائرة * ب ج د * فنرسمها وهى دائرة
د ر ت * و نصل * ى ر * فيكون مثل * ى ج * و * ط ر * مثل * ط
ج * فيبقى * رش * مثل * ج غ * ونخرج * ار * الى * ث * فتكون
زاويتا * ى ر ث * ش ر ث * المساويتان لزاويتى * ى ج ر * ع ج ر
المتساويتين متساويتين فخطا * ش د * ر ى * متعاكسان وكذلك
تبين ان نقطة * ف خ ت * على محيط دائرة مثل * ب ج د * ولتكن

ف خ ت * ونصل * ن خ * ونخرج * ا خ * الى * ص * فيتبين كما مران زاويتى * ن خ ض * ش خ ض * متساويتان وان خطى * ش خ * خ ن * متعاكسان ﴿ الشكل - ٩٦ ﴾ فاذا كان البصر عند * ش * فان صورة ى * تنعكس اليه من * ر * وخيالها * ط * وصورة * ن * من * خ * وخيالها لـ * و * ط لـ * خيل * ى ن * فعلى جميع الاوضاع خيال * ى ن * مثله وايضا فانه اذا اخرج من * ى * عمود على * ن ا * فانه يكون مما يلى * ا * لان زاوية * ى ن ا * حادة ويكون اصغر من * ى ن * ويكون خيال نقطة المسقط وخيال كل نقطة فيما بينهما وبين * ن * على * لـ ن * وابعد عن مركز المرآة من * لـ * كما تبين فى آخر * ى * من فصل الخيال *

(اقول) وذلك مقصد * لج *

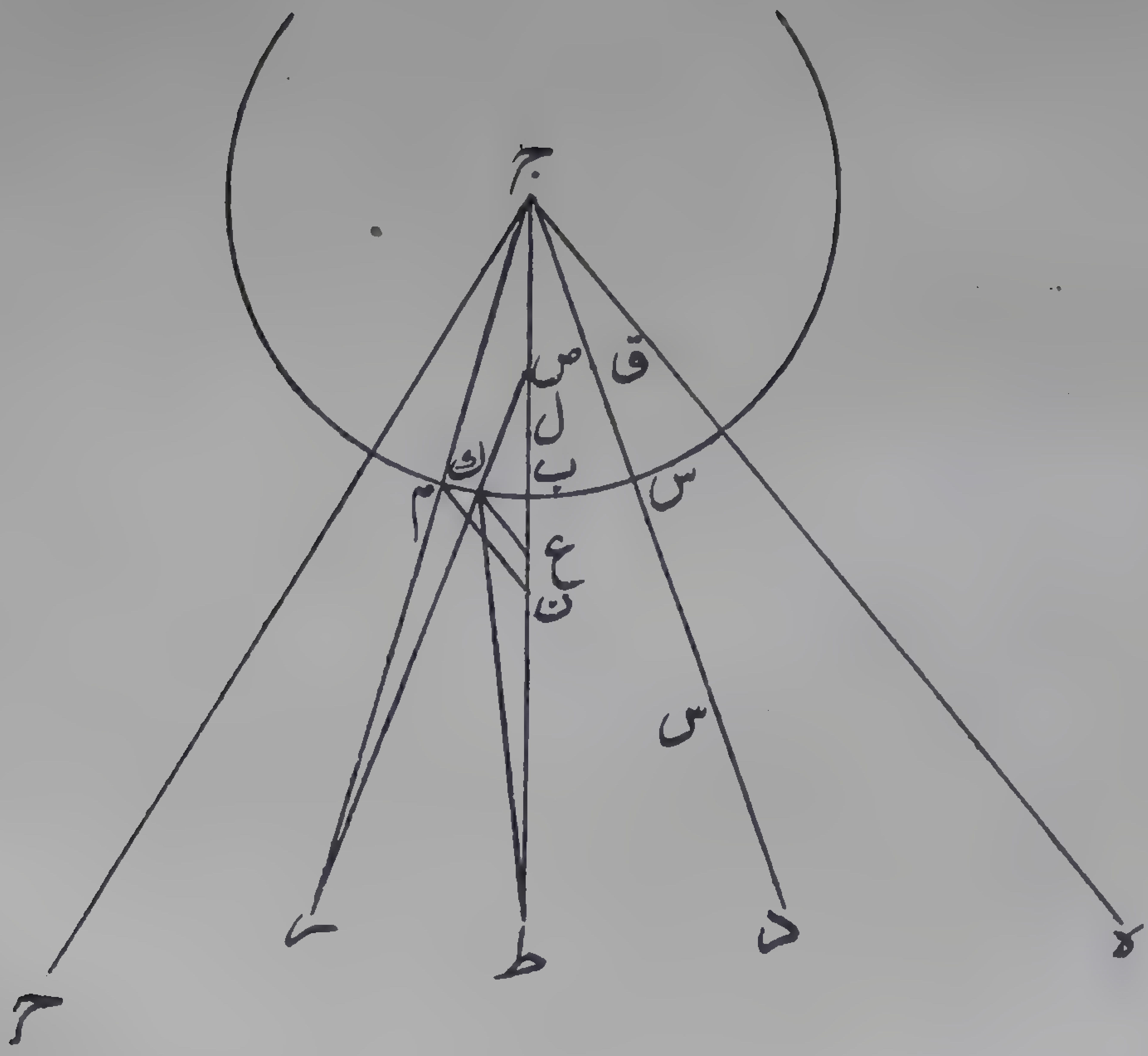
(قال) وكل نقطة على * لـ ن * اذا وصل بينها وبين * ط * كان الواصل اعظم من * ط لـ * لان زاوية * ط لـ ن * منفرجة لان * ح لـ ن * منفرجة والواصل بين خيال مسقط العمود ونقطة * ط * وقطر خيال العمود وهو اعظم من * لـ ط * والعمود اصغر من * ى ن * المساوى * لط لـ * فقطر خيال العمود اعظم من العمود وكذلك كل خط يقع بين العمود وبين ى ن * يكون قطر خياله اعظم منه *

ضابط

(فنقول) فى تحديد ما ذكرنا ان خط * لـ م * قد تبين انه يقطع قوس م ف * فليكن على * ه * فاذا كان البصر حيث * ص * فان الخط الخارج من البصر المماس للدائرة انما يماسها على منتصف * م ه * وهذا الخط هو الذي يحد الخيالات مما يلى خارج الدائرة ويفصل ما بين النقطة المبصرة

من

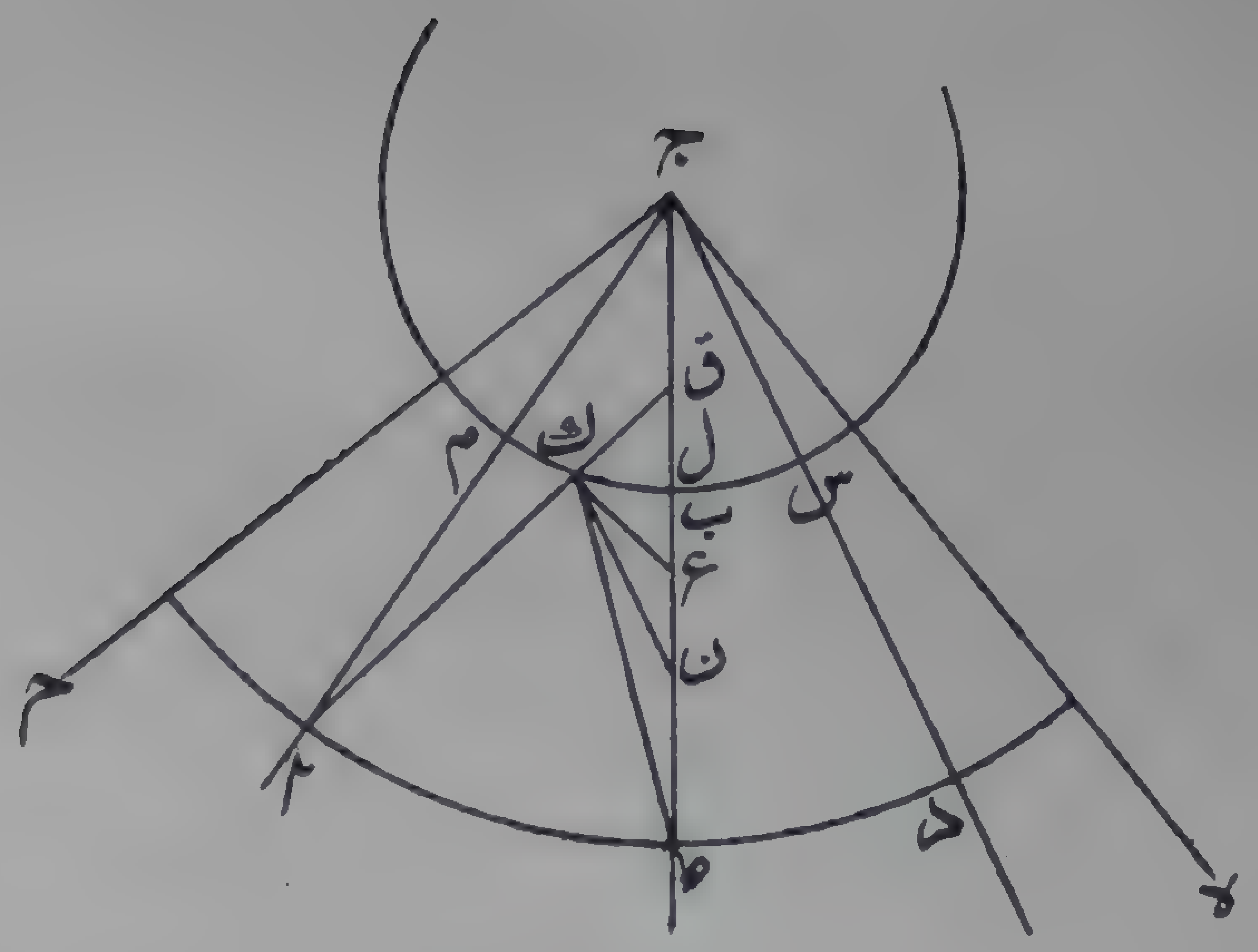
الشكل ٢م٩٦



الشكل ٩٦ ب

كذا الشكل في نسخة ليدن

وليس بصحيح ولكن صححت شكل الاصل ليوافق عبارة الاصل. ك



من خط * ان * وما يتصل به وبين خيالاتها كما تبين فى الشكل التاسع من
فصل الخيال فكل خط يخرج من * ص * ويقطع قوس * م ه * وينتهى
الى * كـ ن * فان نقطة المنتهى خيال لنقطة من * ان * هى اقرب الى الخط
المماس من * ن * كما تبين فى ذلك الشكل ونقطة * ن * مبصرة فهى ارفع
عن الخط المماس فبين الخط المماس ونقطة * ن * على تصاريف الاحوال
نقط اخر مبصرة خيالاتها على * ان * وارفع من * كـ * فان كانت
نقطة مسقط العمود الخارج من * ى * على * ان * ارفع من الخط المماس
فنقطة المسقط وكل نقطة بينها وبين * ن * تكون مبصرة وان كانت
نقطة المسقط تحت المماس او على طرفه فبين المماس وبين * ن * نقط
مبصرة كثيرة فيما بين المسقط وبين * ن * وخيالاتها على * ان * وارفع
من * كـ * واذا اخرج من كل من النقط خط الى * ى * كان اصغر من
ى ن * واذا اخرج من خيالها خط الى * ط * كان اعظم من * ط كـ *
فاذا كان البصر حيث نقطة * ص * وكان يدرك * ن * فى مرآة
ب ج د * فقد يمكن ان يدرك فى تلك الحال مبصرات كثيرة يكون قطر
خيال كل منها اعظم من قطره وكذا اذا كان البصر حيث * ل * او على خط
اع * خارجا عن الدائرة لانه فى جميع هذه الاوضاع يكون على خط
م كـ * وكذلك ان كان البصر حيث نقطة خارجة عن سطح الدائرة اذا
كان * ن * يدركه بالانعكاس وكان خيالها * كـ * وكان خارجا عن سطح
دائرة * ب ج د * فان الخط الخارج من مركز البصر الى * كـ * يقطع
الدائرة التى فى سطح المرآة المار سطحها بنقطتى * كـ ر * وبمركز البصر و
يلزم ذلك كما لزم فى خط * م كـ * فقد تبين ان البصر يمكن ان يدرك

فى المرآة الكرية المحدبة مبصرات تكون اقطار خيالاتها مثل اقطارها او اعظم و ذلك ما اردناه *

(حكم اجمالى) فاما اشكال خيالات الخطوط المعترضة اى التى لا تكون على سمت قطر المرآة فمختلفة فخيالات الخطوط المستقيمة تكون فى الاكثر محدبة وتحديبها الى ما يلى سطح المرآة وكذا خيالات المستديرة اذا كانت تقعيراتها تلى سطح المرآة واذا اعتبر خيال الجسم المستدق المقوس فيها ظهر ذلك ولنبين لتبيين ذلك مقدمات *

(الاولى) كل نقطتين يكون بعداهما عن مركز هذه المرآة متساويين وعن مركز البصر مختلفين فان خيال التى هى ابعد عن البصر ابعد عن مركز المرآة من خيال الاقرب من البصر وطرف المماس من خط خيال الابعد ابعد عن مركز المرآة من طرف المماس من خط خيال الاقرب كان البصر فى سطح خطى الخيالين اولا *

(اقول) ويعنى بالبعد عن البصر الزاوية التى تحدث عند مركز المرآة من قطرين يمر احدهما بمركز البصر و الآخر بالنقطة *

(قال) فلتكن المرآة التى عليها * ا ب * ومركزها * ج * ونقطتا * د ط * المبصرتين المتساويتى البعد عن مركز المرآة ونصل * ج د * ج ط * فهما متساويان وليكن مركز البصر * ه * و نصل * ه ج * ولتكن زاوية * ه ج ط * اعظم من * ه ج د * و ليدرك بصر * ه * نقطتى د ط * فى المرآة *

(فاقول) ان خيال * ط * ابعد عن مركز المرآة من خيال * د * و نهاية المماس من خط * ج ط * ابعد عن مركز المرآة من نهاية المماس التى على د ج * وذلك انا نستخرج الفصل بين سطح المرآة و سطح قطرى * ط ج *

د ج * ولتكن دائرة * ا ب * على قطر * ط ج * ونخرج فى سطح الفصل
خطى * ج ح * ج ر * على ان يكون زاوية * ط ج ح * مثل * ط ج ه *
وزاوية * ط ج ز * مثل * د ج ه * ونجعل كلا ن * ج ح * ج ر * مثل
ج م * ولتكن نقطة * ك * هى التى منها تنعكس صورة * ط * الى * ز * ونصل
ط ك * ك ز * فتكون النقطة التى تنعكس منها صورة * ط * الى * ح *
ابعد عن خط * ج ط * من * ك * لان الخط الخارج من * ح * الى * ك
لا ينعكس الى * ط * ولا الخارج من * ح * الى نقطة فيما بين نقطتى * ك
ب * لان * ج ح * ج ر * متساويان فالدائرة التى تدار على مركز * ج
و تبعد * ح * تمر بنقطة * ر * فيكون * ر ك * فى داخل تلك الدائرة وكل
خط يخرج من نقطة * ح * الى نقطة من قوس * ك ب * فانه يقطع * ر
ك * لكونه فى داخل تلك الدائرة ويحيط مع القطر الخارج من * ج * الى
نقطة الملتقى من قوس * ك ب * بزاوية منفرجة اذا كانت تلك النقطة نقطة
الانعكاس واذا خرج من * ح * خط الى قوس * ك ب * وقطع * ر ك *
ثم انعكس الى * ط * فتكون نقطة التقاطع قد انعكست صورتها الى * ط *
من نقطتين احداهما * ك * والاخرى نقطة انعكاس * ح الى * ط * من
قوس * ك ب * وذلك محال فتكون نقطة انعكاس * ح * من وراء * ك *
وليكن * م * ونخرج * م ن * مماساً للدائرة فهو يلقى * ج ط * لان
الخط الخارج من * ج الى * م * يحيط مع * م ن * بقائمة ومع * ج ط *
بحادة لان قوس * م ب * اقل من الربع لان جميع قوس انعكاس * ح *
من دائرة * ا ب * اقل من النصف * فم ن * يلقى * ج ط * وليكن على
ن * فن * فيما بين * ط ب * لان خط الانعكاس الخارج من * م * الى

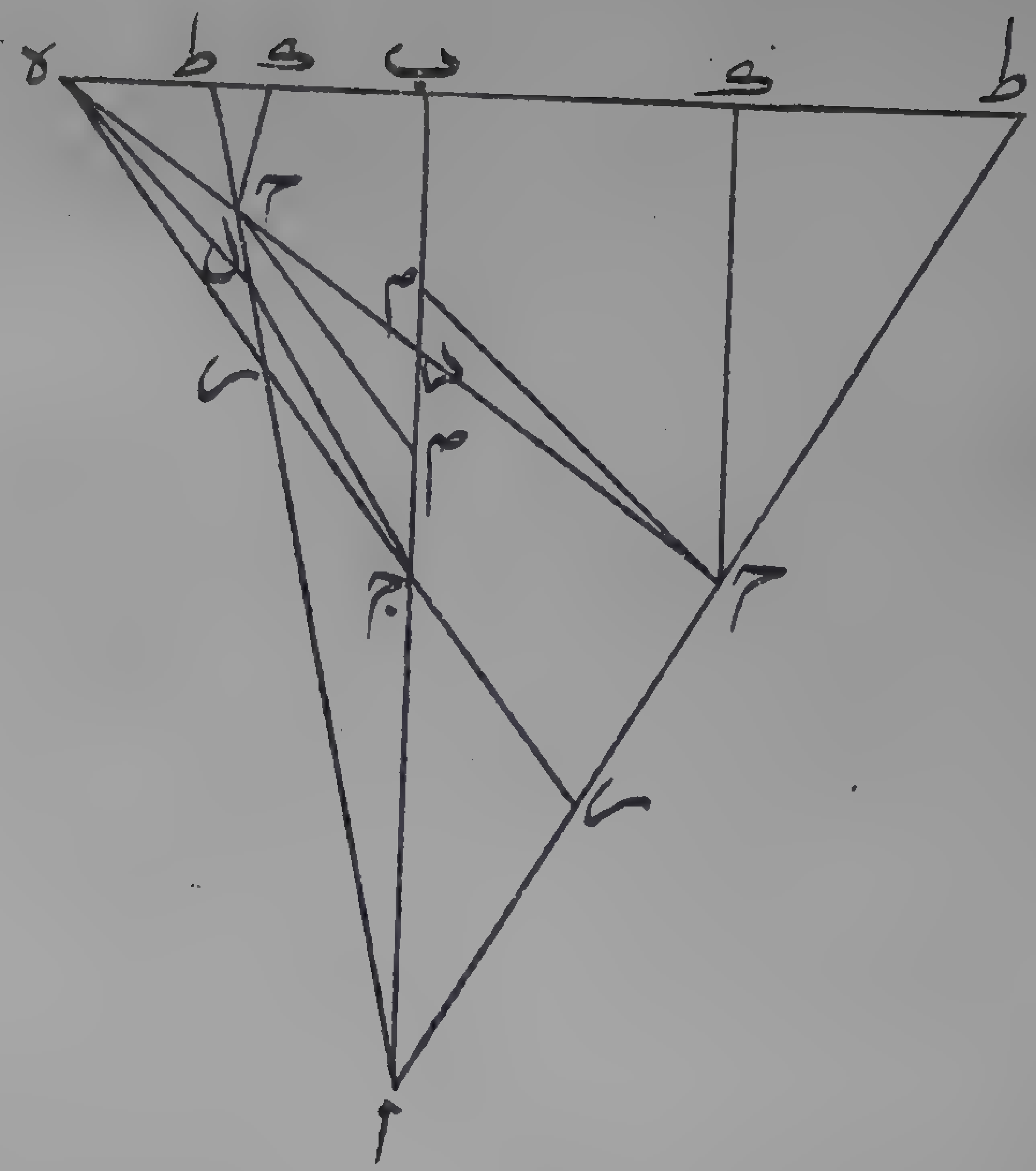
ط * يحيط مع القطر الخارج من * م * بزاوية منفرجة مما يلي المركز ونخرج من * ك * خطا مماسا ايضا فيقطع * ب ط * فيما بين نقطتي ب ن * لانه يقطع المماس الخارج من * م * في جهة * ك * فليقطع * ب ط * على * ع * ونخرج * ر ك * الى * ص * فص * خيال * ط * بالقياس الى * ر * فنسبة * ج ط * الى * ط ع * كنسبة * ج ص * الى * ص ع *

(اقول) وذلك لان نسبة ج ط * الى * ج ص * كنسبة * ط ع * الى * ع ص * كما تبين في شكل (ه) من فصل الخيال وهو المقصد الثاني فبالابدال ج ط * الى * ط ع * مثل * ج ص * الى * ص ع *

(قال) ونسبة * ج ط * الى * ط ن * اعظم من نسبة * ج ط * الى * ط ع * فهي اعظم من * ج ص * الى * ص ع * فهي اعظم بكثير من * ح ص * الى * ص ن * فالنقطة التي تقسم * ج ن * بحيث تكون نسبة القسمين نسبة * ج ط * الى * ط ن * تكون فيما بين * ص ن * وليكن * ل * فل * خيال * ط * بالقياس الى * ح * ونفصل * ج ف * من * ج د * مثل ج ص * و * ج س * مثل * ج ع * فلان زاوية * ه ج د * مثل * ر ج ط * ﴿الشكل — ٩٧﴾ و * ج د * مثل * ج ط * و * ج ه * مثل * ج ر * وفصول الانعكاس جميعها متساوية لانها دوائر عظام فبعد خيال * د * عن مركز * ج * بالقياس الى * ه * كما هو بالقياس الى * ر * فنقطة * ف * خيال * د * بالقياس الى بصر * ه * ونسبة * ج د * الى د س * كنسبة * ج ف * الى * ف س * فس * طرف المماس وكذلك يكون * ل * خيال * ط * عند بصر * ه * ويكون * ن * نهاية المماس و * ل * ابعد عن مركز * ج * من * ف * و * ن * ابعد عنه من * س *

وذلك

الشكل عو



وذلك ما اردناه *

(الثانية) كل خط مستقيم يقسم بثلثة اقسام حتى تكون نسبة القسم الاول الى الثانى كنسبة جميع الخط الى الثالث ونخرج من نقطتى القسمة ونهاية الخط ثلثة خطوط تلتقى على نقطة واحدة فان كل خط يخرج من طرف الخط المقسوم ويقطع الخطوط الثلثة فانه ايضا ينقسم ثلثة اقسام تكون نسبة القسم الاول منها الى الثانى كنسبة جميعه الى الثالث فليكن خط * اب * مقسوما بثلثة اقسام على * ج د * ولتكن نسبة * اج * الى * ج د * كنسبة اب * الى * ب د * ولنخرج من نقط * ج د ب * ثلثة خطوط تلتقى عند نقطة ولتكن * ه * ونخرج * از * ح ط * كيف اتفق امامما يلى * ه * او من وراء * اب *

(فاقول) ان نسبة * از * الى * زح * كنسبة * اط * الى * ط ح * وذلك لانا نخرج * ح ك * موازيا * لاب * فنسبة * اب * الى * ب د * مؤلفة من نسبة * اب * الى * ح ك * و * ح ك * الى * ب د * ونسبة اب * الى * ح ك * كنسبة * اط * الى * ط ح * ونسبة * ح ك * الى ب د * كنسبة * ح ه * الى * ه د * فنسبة * اب * الى * ب د * اعنى نسبة * اج * الى * ج د * مؤلفة من نسبة * اط * الى * ط ح * ونسبة ح ه * الى * ه د * ونخرج من * ح * ح م * موازيا * له ج * فتكون نسبة * اج * الى * ج د * مؤلفة من نسبة * اج * الى * ج م * ونسبة * ج م * الى * ج د * ونسبة * اج * الى * ج م * كنسبة * از * الى * زح * ونسبة * م ج * الى * ج د * كنسبة * ح ه * الى * ه د * فنسبة * اج * الى * ج د * مؤلفة من نسبة * از * الى * زح * ونسبة

ح ه * الى * ه د * وقد كانت مؤلفة من نسبة * ا ط * الى * ط ح * و نسبة * ح ه * الى * ه د * فنسبة * ا ر * الى * ر ح * كنسبة * ا ط * الى * ط ح * وذلك ما اردناه *

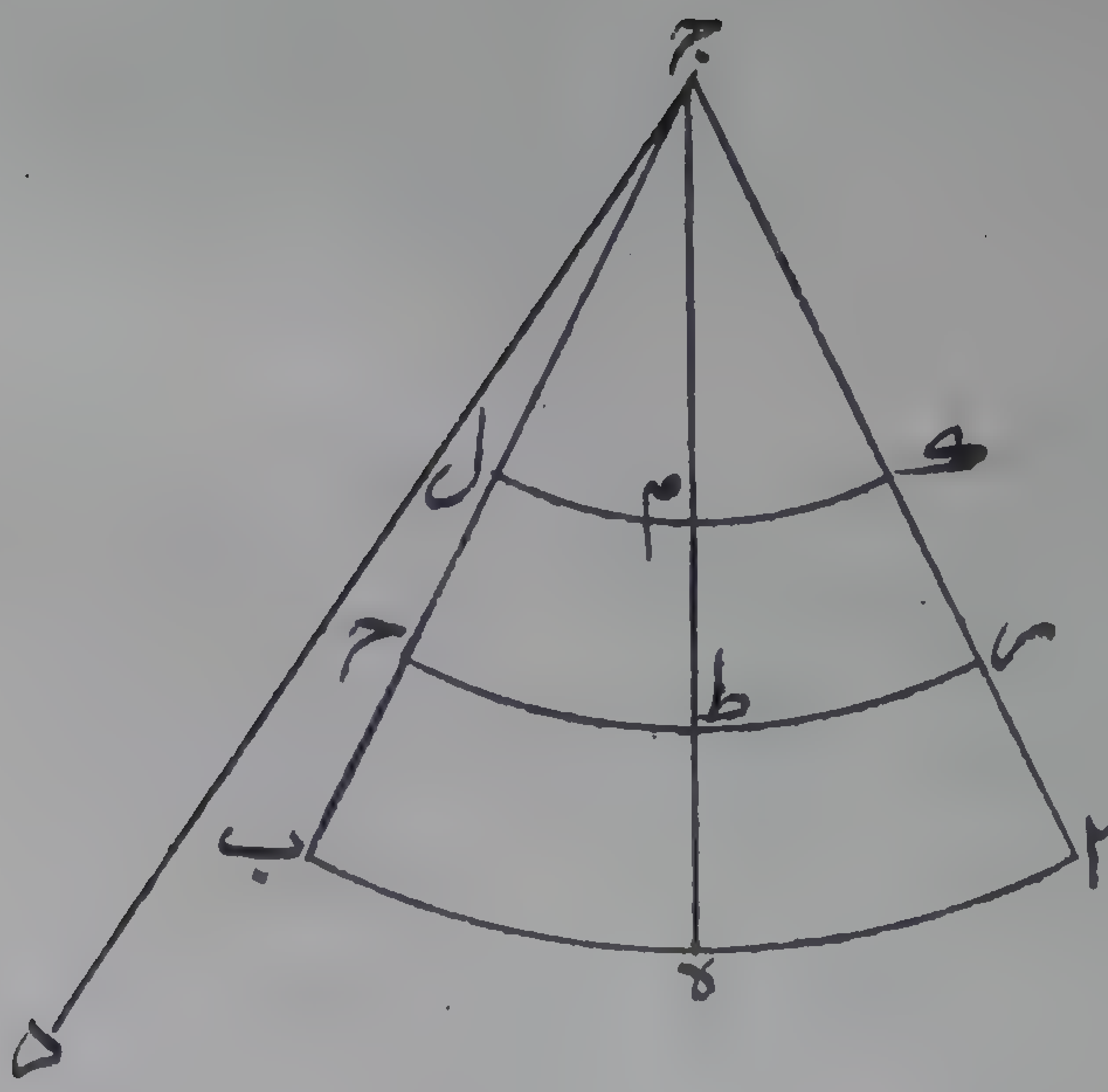
(الثالثة) وبالعكس من ذلك اذا كان خطان مستقيمان متلا قيان على نقطة و كان كل منهما مقسوما ثلثة اقسام كما ذكر ولم تكن الخطوط الواصلة بين نقطة القسمة متوازية فان الخطوط الثلثة الواصلة بين نقطة القسمة اذا اخرجت على استقامة التقت على نقطة واحدة فليكن المثال خطى * ا ب * ا ط * ولتكن نسبة * ا ج * الى * ج د * كنسبة * ا ب * الى * ب د * و نسبة ا ر * الى * ر ح * كنسبة * ا ط * الى * ط ح * ونصل بين نقطة القسمة بخطوط * ب ط * د ح * ج ر * ولا يكون * ب ط * موازيا * لد ح *

﴿ الشكل -- ٩٨ ﴾

(فاقول) ان خطوط * ب ط * د ح * ج ر * تلتقى على نقطة واحدة وذلك لان خطى * ب ط * د ح * متلاقيان فليكن على * ه * فج ر * ان لم ينته الى * ه * فاذا وصل من نقطتى * ه ج * كان الواصل وهو ج ه * يقطع * ا ح * على نقطة غير * ر * وليكن على * ل * فتكون نسبة ا ط * الى * ط ح * كنسبة * ا ل * الى * ل ح * لما تبين وكانت كنسبة ا ر * الى * ر ح * فنسبة * ا ل * الى * ل ح * كنسبة * ا ر * الى * ر ح و ذلك محال وكذا لو فرض المتلاقيان خطى * ب ط * ج ر * او * د ح ج ر * وذلك ما اردناه *

(الرابعة) و ايضا فانه اذا كان خطان من خطوط * ب ط * د ح * ج ر * متوازيين فان الثالث موازلهما و يكون كل خط يخرج من * ا * و يقطع

الشكل ٩٨



الخطوط الثلثة فانه ينقسم ثلثة اقسام كذلك وذلك لان * دح * ان كان يوازى * ب ط * فنسبة * اب * الى * ب د * كنسبة * اط * الى * ط ح و نسبة * اب * الى * ب د * كنسبة * اج * الى * ج د * و نسبة * اط * الى * ط ح * كنسبة * ار * الى * رح * فنسبة * اج * الى * ج د * كنسبة ار * الى رح * فيكون * ج ر * موازيا لخطى * دح * ب ط * وكذلك لو كان خطان آخر ان من الثلثة متوازيين فان الثالث يوازيهما واذا كانت الثلثة متوازية فان نسبة اقسام * اب * بعضها الى بعض كنسبة اقسام * اط * بعضها الى بعض وكنسبة اقسام كل خط يخرج من * ا * ويقطع الثلثة من اية جهة خرج وذلك مااردناه *

(و) واذ قد تبين ذلك فلتكن قوس من دائرة عليها * اب * ومركزها ج * ولتكن مرآة مركزها * ج * ايضا وليكن مركز البصر * د * وخارجا عن سطح دائرة * اب * وليدرك بصر * د * قوس * اب * فى مرآة * ج *

(فاقول) ان خيال قوس * اب * هو خط محدب تحديبه يلى سطح المرآة وذلك لانا نفرض على قوس * اب * نقطة * ه * كيف اتفق وليكن الفصل بين سطح المرآة و دائرة * اه ب * دائرة * ر ط ح * ونخرج خط ج ط ه * فخطوط خيال * اب * ب ه * اذاهى * ج ا * ج ب * ج ه * ولتكن الخيالات * ك ل م * و نصل * د ج * فاما ان يكون عمودا على سطح اج ب * اولا فان كان عمودا فانه يحيط مع كل خط يخرج من * ج * فى سطح * اج ب * بقائمة فابعاد جميع النقط التى على قوس * اه ب * عن نقطة * د * متساوية وابعادها عن * ج * متساوية ايضا فخطوط * ك ج * م ج

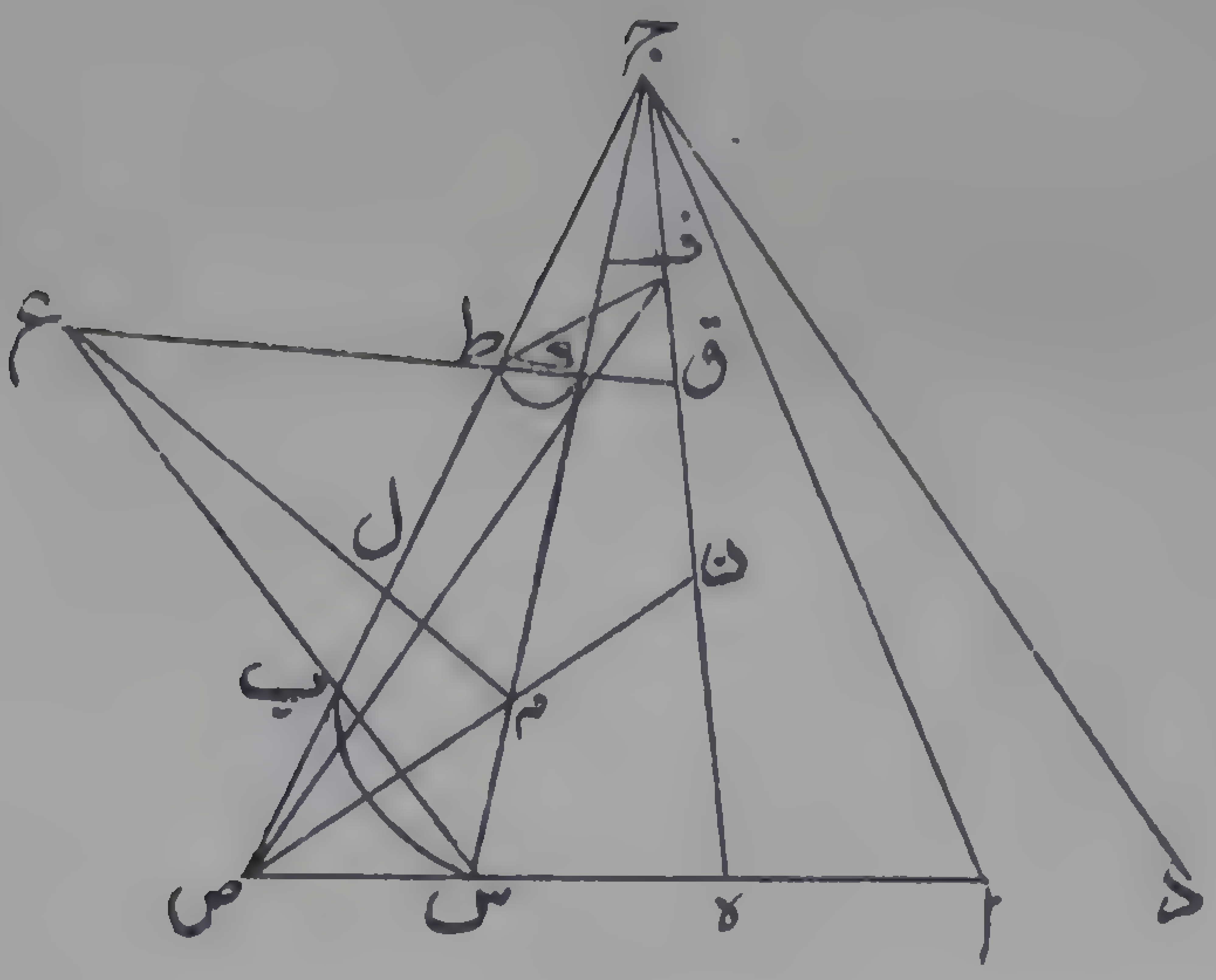
لج * متساوية فنجعل * ج * مركزاً ونبعد * ك م ل * قوس * ك م ل فيكون خيال كل نقطة من قوس * اه ب نقطة من قوس * ك م ل * فقوس * ك م ل * خيال جميع قوس * اه ب *

المقصد السابع

(ز) وان كان * دج * مائلا على سطح * اج ب * فان الخط الذى يخرج من * ج * الى مسقط العمود الواقع من نقطة * د * على سطح * اج ب وليكن * ع * فرضا يحيط مع * دج * بزاوية هى اصغر من جميع الزوايا التى يحيط بها خط * دج * مع الخطوط الخارجة من * ج * فى سطح اج ب * وتكون تلك الزوايا مختلفة وماقرب من تلك الخطوط من * ج ع يحيط مع * دج * بزاوية اصغر مما يحيط به الابعدو * ج ع * يلقى دائرة اه ب * على نقطة وتلك النقطة اما ان تكون على قوس * اه ب * اوخارجة عنها فان كانت خارجة اوكانت طرف القوس فكل نقطتين من قوس * اه ب فانهما تكونان من جهة واحدة من * ج ع * فالخط الخارج من * ج * الى ابعدهما عن * ج ع * يحيط مع * دج * بزاوية اعظم مما يحيط به الخارج الى الاقرب فخيال النقطة البعدى وطرف المماس من خط خيالها ابعد عن ج * من خيال القربى وطرف المماس من خط خيالها كما تبين فى المقدمات ولنعد الصورة ونفرض على قوس * اه ب * ثلث نقط هى * ب س ه وليكن * ب * ابعدها عن * ج ع * و * ج ع * اما مائلا عن * ا * اومارا بها ونصل * ج ه * ج س * ج ب * ه س * س ب * وليكن خيال * ب ط ونهاية المماس من * ج ب * ل * وخيال * س ك * ونهاية مماسه * م * فل ابعد عن * ج * من * م * فج ل * اعظم من * ج م * فل ب * اصغر من س م * والخط الخارج من * م موازيا * لس ب * يفصل من * ج ب *

مما يلي

الشكل ٩٩



مما يلى * ب * خطا مثل * س م * فالواصل بين نقطتى * م ل * يلقى * س ب * اذا اخرجا فى جهة * ب * (الشكل - ٩٩) فيلتقيا على * ع * و نصل ك ط * فلان * ط * خيال * ب * و ل * طرف مماسه فنسبة * ج ب * الى ب ل * كنسبة * ج ط الى * ط ل * و كذلك نسبة * ج س * الى * س م كنسبة * ج ك * الى * ك م * فك ط * اذا اخرج انتهى الى * ع * فلنخرجه وليكن * ن * طرف المماس من * ج ه * لنقطة * ه * فجن * اصغر من ج م * و * ه ن * اعظم من * س م * ونصل * ه س * نم * فهما اذا اخرجا فى جهة * س * التقيا وليكن على * ص * و * ه س * يقطع * س ع * فاذا اخرج * ه س * يصير ابعد عن * ج * من * س ع * فيكون * ص * خارجة عن خطوط * ع س * ع م * ع ك * ونصل * ص ك * فيقطع * ع ك * و * ج ك س * ايضا فنخرج * ص ك * فى جهة * ك * فيقطع * ن ج على نقطة بين * ن ج * وليكن * ف * ونخرج * ع ك * فيقطع * ج ن * وليكن على * ق * فنقطة * ف * من وراء خط * ط ك ق * واقرب الى * ج منه ولان نسبة * ج س * الى * س م * كنسبة * ج ك * الى * ك م * وقد خرج من نقطة * س م ك * خطوط التقت على * ص * وخرج خط ج ف * ن ه * يقطع هذه الخطوط فنسبة * ج ه * الى * ه ن * كنسبة * ج ف * الى * ف ن * ونقطة * ن * طرف المماس فنقطة * ف * خيال * ه * فخيال جميع قوس * ه س ب * خط يمر بنقطة * ف ك ط * وهو خط محدب والواصل بين * ف ط * يقع داخل ذلك المحدب لان * ف * من وراء خط * ط ك ق * فخيال قوس * ه س ب * محدب حدبته تلى سطح المرآة وليكن ذلك * ف ك ط * المحدب ويكون * ف ط * المستقيم فى

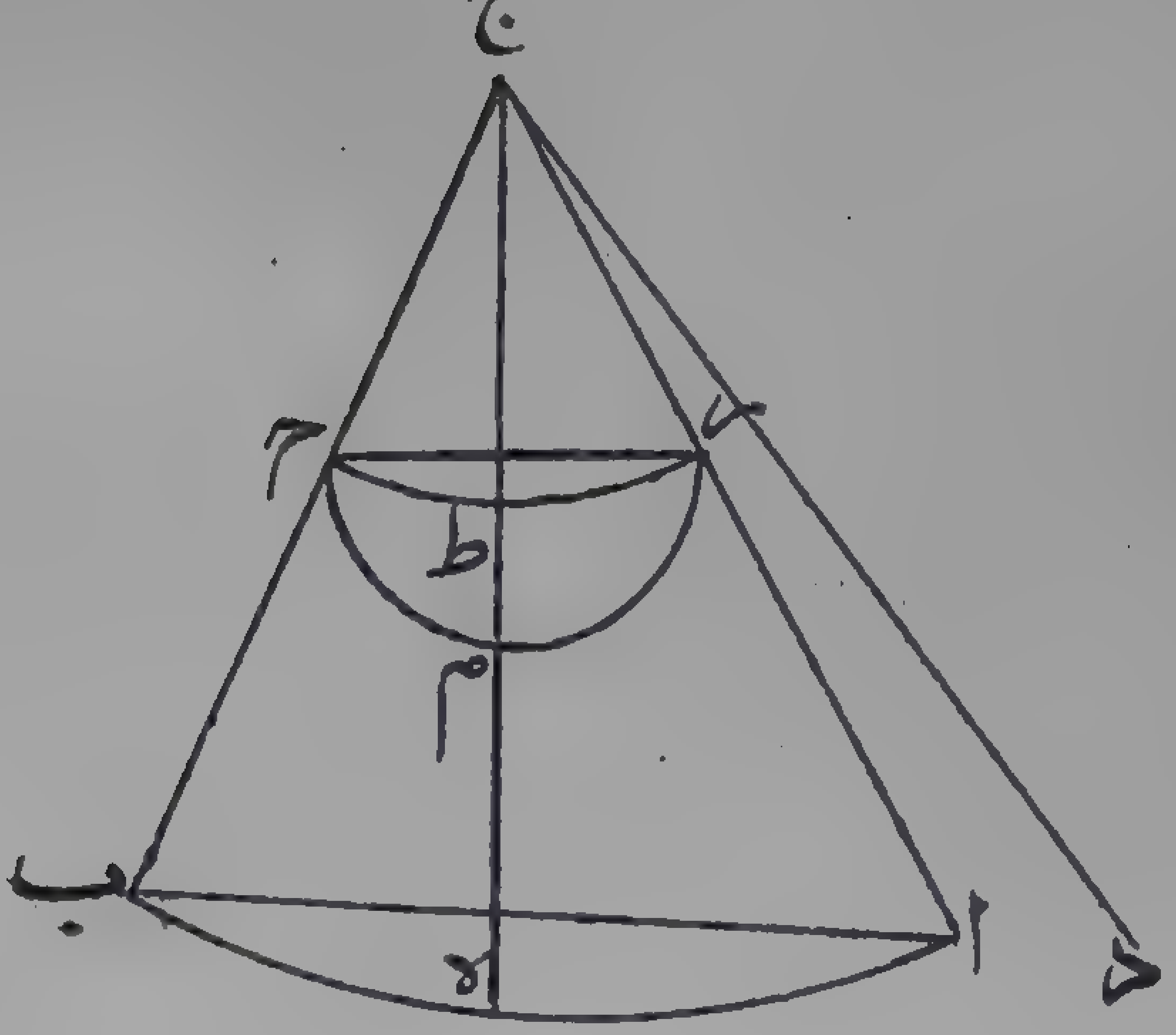
داخل * ف ك ط * وكذلك يتبين ان استعملنا خط * ا ج * مكان * ه ج *
وكذلك يتبين فى كل جزء من قوس * اه ب * وان صغر وان كان خط
ج ع * يقطع قوس * اه ب * فان كلا من قسمى القوس يتبين على انفراده
ان خياله محدب لان كلا منهما فى هذه الحال يكون مائلا الى جهة واحدة
عن * ج ع * وان فرض على احد قسمى القوس نقطتان نظيرتان * لس ب *
وفرض على القسم الآخر ثالثة نظيرة لنقطة * ه * وجعلت الثالثة اقرب
الى * ج ع * المتوسط فى هذه الحال بين * س ه * عادت الحال الى ماتبين
تخيال تقعير قوس * اه ب * على تصاريف الاحوال خط محدب حدبته
تلى سطح المرآة والواصل بين طرفيه يقع فى داخله وكذا خيال كل جزء
من قوس * اه ب * ﴿ الشكل - ١٠٠ ﴾

(ح) وايضا فان كل دائرة محيطة بكرة المرآة تمر بمركز المرآة ومركزها خارج عن مركز المرآة اذا كان مركز البصر خارجا عن سطحها فان خيال الجزء منها الذى يلى مركز المرآة يكون ابدا محدبا بحدبيه يلى سطح المرآة لانه يمكن ان يخرج من مركز المرآة الى الجزء من الدائرة التى تلى المركز خطان متساويان عن جنبتى القطر المار بمركزين ويكون كل منهما اعظم من الخط المتوسط الذى هو تمام قطر الدائرة المبصرة واذا ادير على مركز المرآة ببعدى الخطين المتساويين قوسا من دائرة فان هذه القوس تكون خارجة عن الدائرة المبصرة ووسطها ابعد عن مركز المرآة من وسط القوس التى بين ذينك الخطين من محيط المبصرة وكل خط يخرج من مركز المرآة ويقطع هاتين القوسين فان النقطة التى عليها يقطع الاولى اقرب الى المركز من التى عليها يقطع الثانية وخيال الثانية محدب فخيال الاولى

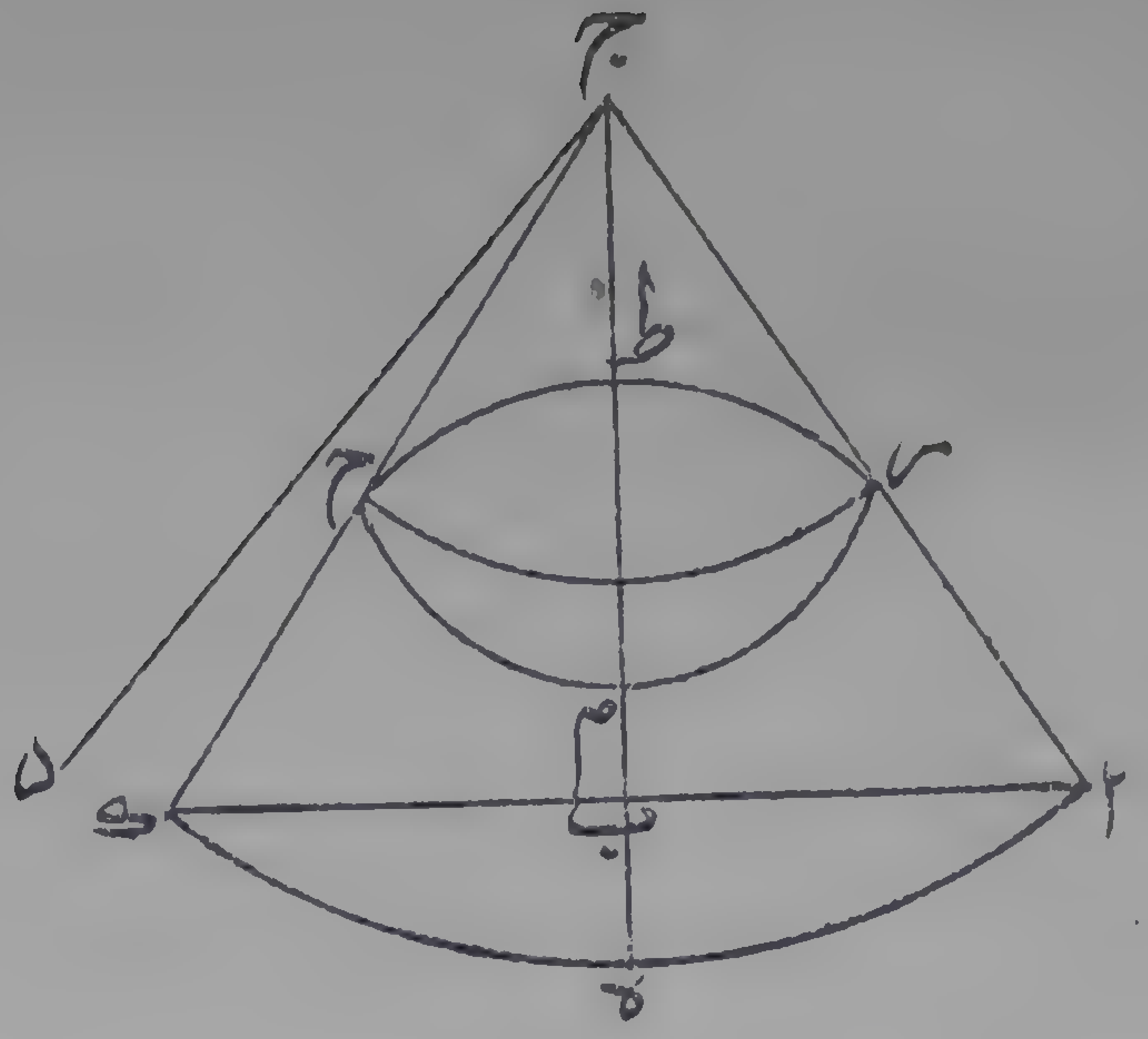
اشد

الفصل الثامن

الشكل ١٠٠



الشكل ع ١٠١



اشد تحد يا لان وسطها اقرب من المركز فخياله ابعد وطرفا الخيالين مشترکان فخيال القوس المذكورة على جميع الاوضاع محدب اذا كان البصر خارجا عن سطح دائرتها *

المقصد التاسع

(ط) وايضا فليكن خط * اب * مستقيما معترضا للمرآة وليكن مركز المرآة ج * والبصر * د * وليكن خارجا عن سطح * اب ج *

(فاقول) ان خيال * ا * يكون ابدا محدبا تحديبه يلى المرآة لانا نصل اج * ج ب * فاما ان يتساويا اولا فان تساويا فنجعل * ج * مركزا وببعدى ج ا * ج ب * قوس * اه ب * فخيال قوس * اه ب * يكون محدبا *

(اقول) بشرط ان لا يكون * د ج * عمودا على سطح * اج ب *

(قال) والمستقيم الواصل بين طرفى الخيال يكون فى داخله فليكن خيال قوس اه ب * خط * ر ط ح * المحدب * ونفرض على قوس * اه ب * نقطة ه * كيف ما اتفقت ونخرج خط * س * فيكون * ط * خيال * ه * و س * اقرب الى * ج * من * ه * فخيال * س * ابعد عن * ج * من ط * فليكن * م * خيال * س * وكذلك كل نقطة من خط * اب * خياله ابعد عن * ج * من خيال النقطة من قوس * اب * التى هى معها على قطر واحد فخيال * اب * اشد تحديا من خيال قوس * اب * فليكن خياله خط ر م ح *

﴿الشكل - ١٠١﴾

(اقول) وبمثل ذلك يبين تحديب خيال * اب * ان كان * د ج * عمودا على سطح * اج ب * وايضا فان كل نقطتين تفرضان على خط * اب * ويكون بعداهما عن نقطتى * اب * متساويين اذا خرج اليهما خطان من مركز * ج * وادير ببعد تينك النقطتين قوس من دائرة فان الجزء

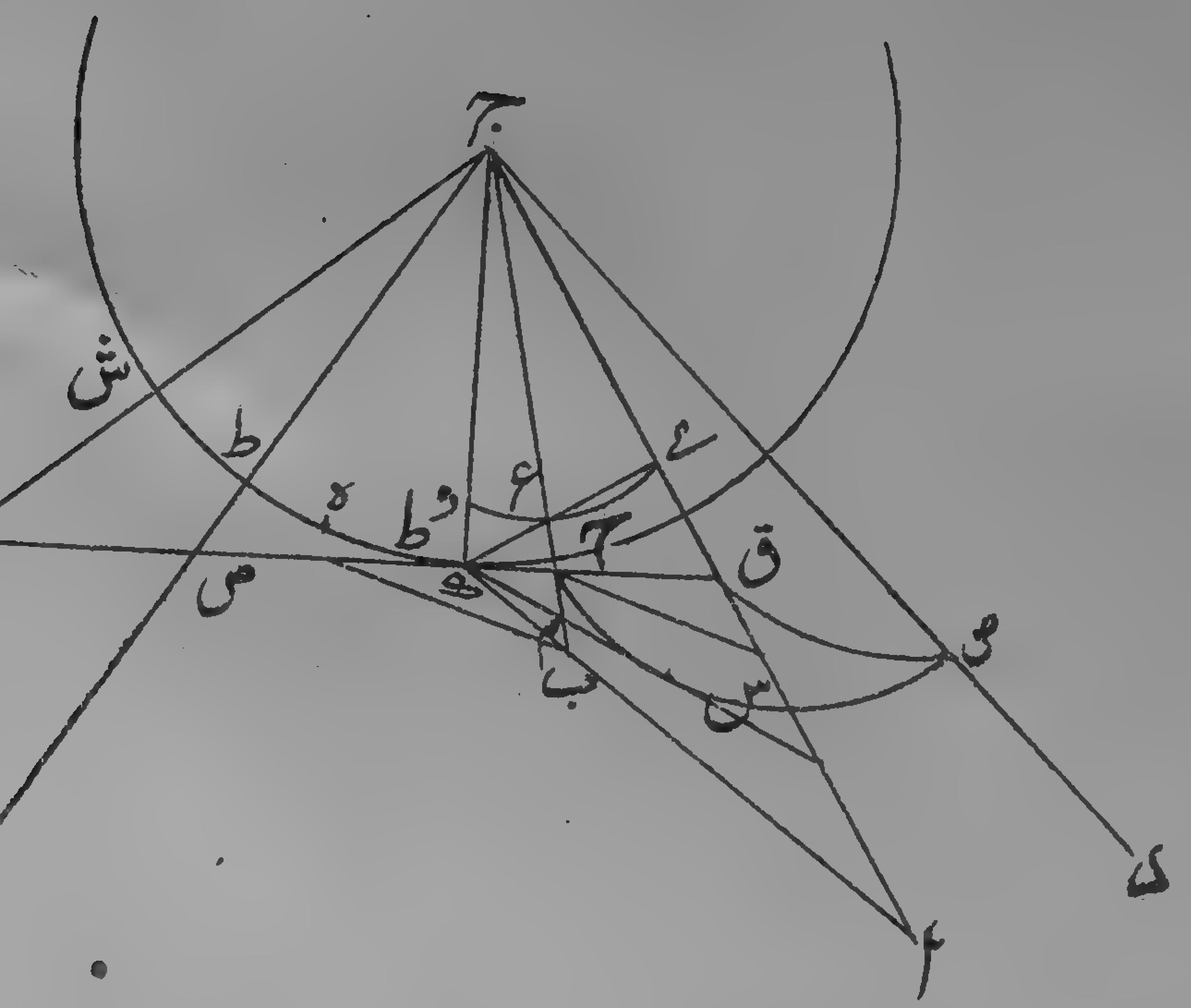
من الخط المستقيم الذى فيما بين تينك النقطتين و تر تلك القوس و خياله اشد تحديبا من خيال القوس نخيال كل جزء من خط * ا ب * يكون ايضا محدبا *

(قال) وان كان خطا * ا ج * ب ج * مختلفين فليكن الاطول * ا ج * فا ب * اذا خرج على استقامة اما ان يلقى سطح المرآة اولا فان لم يلق نجعل ج * مركزا ونبعد * ج ا * دائرة * ا ه ك * فنقطة * ب * تكون فى داخل الدائرة ونخرج * ا ب * حتى يلقى محيط الدائرة على * ك * وليكن خيال قوس * ا ه ك * خط * ر ط ح * المحدب نخيال * ا ب ك * المستقيم يكون اشد تحديبا ﴿ الشكل - ١٠٢ ﴾ فليكن * ر م ح * المحدب وقد مر ان كل جزء من * ر ط ح * فهو محدب وان الواصل بين طرفيه يقع داخله اذا كان مقتدر المقدار فكذلك * ر م ح * نخط * ا ب * اذا كان مقتدر المقدار فان خياله يكون محدبا وان كان * ا ب * يلقى سطح المرآة واذا امتد على استقامة لقيه فليكن الفصل بين سطح المرآة و سطح * ا ب ج * دائرة * رح ه * وليلق * ا ب * سطح المرآة على * ه * نخط * ا ه * اما ان يماس الدائرة او يقطعها فان كان مماسا فليكن الفصل بين سطح المرآة وسطحى * د ج ا * د ج ب * قوسى * ص ر * ص ح * فصورة * ا * تنعكس الى بصر * د * من نقطة من قوس * ص ر * وصورة * ب * من نقطة من قوس * ص ح *

(اقول) وليكونا * ر خ *

(قال) والخط المماس الذى يخرج من * خ * يلقى * ب ج * فيما بين ب ح * وليكن على * م * والخط الخارج من * م * الذى يماس دائرة

الشكل ١٠٢



رح ه * فى جهة * ه * يلقى الد ائرة على نقطة بين * ح ه * لان * مه * اصغر
من * ب ح * و * ب ه * مماس فليكن * ف * نخط * م ف * اذا خرج
فى جهة * ف * لقى * ب ه * و ليكن على * ط * و * ط ف م * اذا خرج فى
جهة * م * لقي * ار * و ليكن على * س * و يجعل زاوية * ب ج ش
مثل * د ج ب * فقوس * ح ش * مثل * ص ح * و يجعل * ج ل *
مثل * ج د * و لان الخط المماس لقوس * ص ح * على * خ * ينتهى *
الى * م * و * م ف * يماس دائرة * ه ح * المساوية لدائرة * ص ح * فقوس
ح ف * مثل * خ ح * وصورة * ب * تنعكس الى * ل * من * ف *
ونصل * ف ب * ف ل * ولان قسى * ص ر * ص ح * رح * متقاطعة
فى سطح المرآة وهى من الدوائر العظام فقوسا * ص ح * ح ر *
اعظم من قوس * ص ر * وقوس * ص ح * مثل * * ح ش * فقوس *
زش * اعظم من * ز ص * فنجعل قوس * ز ط * مثل * رص * و نخرج
ج ط * وننفذه * الى * ن * ونجعل * ج ن * مثل * ج د * فالنقطة
التى منها تنعكس صورة * ا * الى * ن * تكون بين * ف د * لان
الخط الخارج من * ن * الى * ف * اذا انعكس فانه يكون خارجا عن خط
ف ب * فيقطع * ب ط * فلا يلقى * ا * وكذلك الخارج من * ن * الى
نقطة فيما بين * ف ظ * بطريق الاولى وكذلك اذا كانت نقطة * ظ *
حيث * ف ا * و بين * ف ر * فان النقطة التى منها تنعكس صورة * ا *
الى * ن * تكون بين * ف ر * و يكون بعد تلك النقطة من * ر * مثل
بعد * ر * من * ب * لان قوس * رص * مثل * رظ * و * ج ن * مثل
ج د * و المماس الذى يخرج من نقطة انعكاس * ا * الى * ن * يلقي * ار *

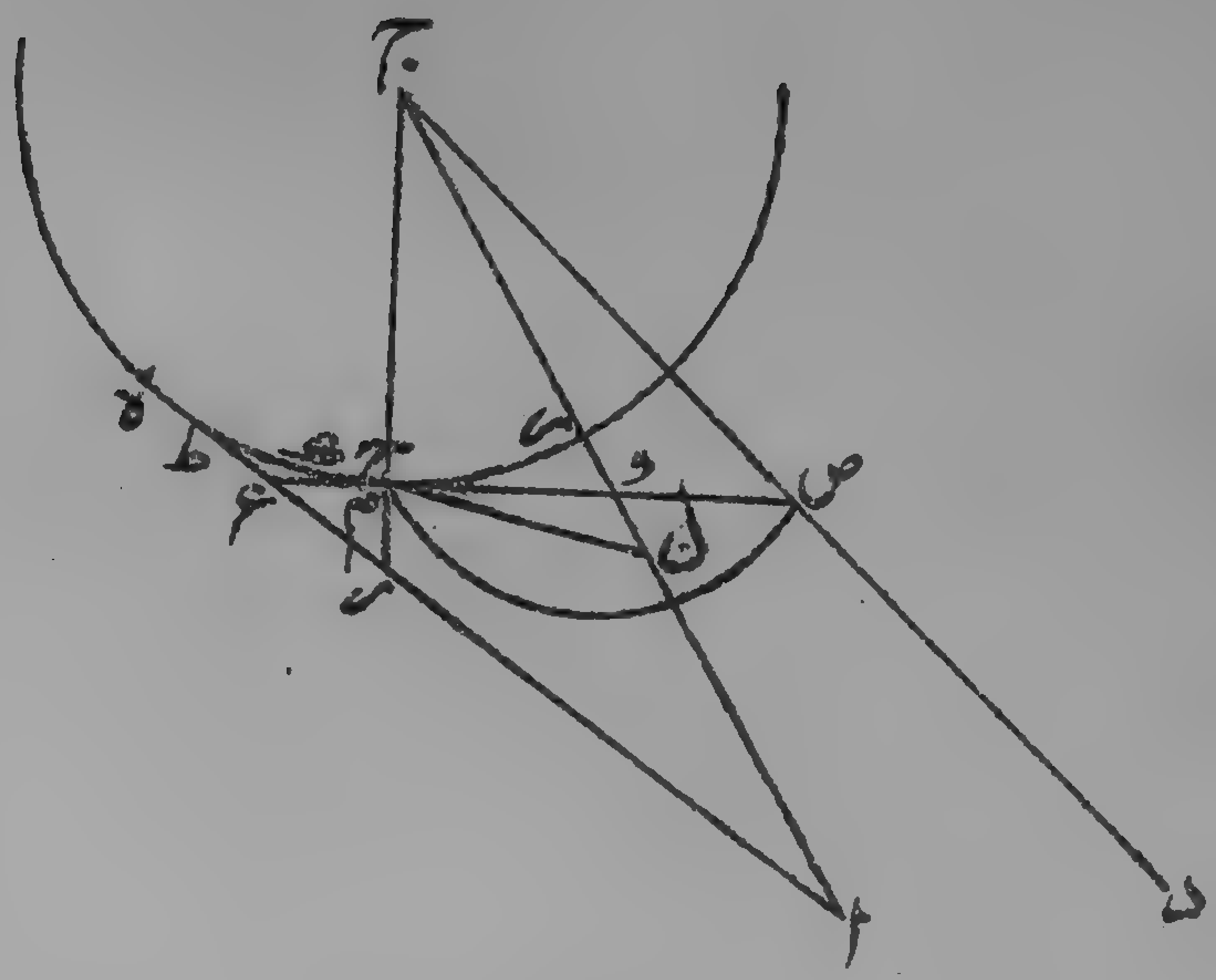
على النقطة التى يلقاها المماس الخارج من * ر * فليكن طرفه نقطة * ق *
ولان نقطة انعكاس * ا * الى * ن * بين * ر ف * فق * بين * ش ر *
لان * س ف * مماس فالمماس على نقطة بين * ف ر * يقطع * س ر *
ونصل * ق م * وهو يقطع خطى * س ف * ح ب * على * م * فاذا * خرج
قسم زاوية * ب م ط * فهو يقطع * ب ط * بين * ب ط * وليكن على
ك * وليكن خيالا * اب * نقطتى * ى ع * ونصل * ى ع * في * ع * اذا اخرج *
فى جهة * ع * انتهى الى * ك * لان نسبة * ج ا * الى * اق * كنسبة * ج ى * الى *
ى ق * ونسبة * ج ب * الى * ب م * كنسبة * ج ع * الى * ع م * و * اب *
ق م * قد التقيا على * ك * فلينته * ى ع * الى * ك * ونصل * ج ك *
فهو خط خيال * ك * وخيال * ك * فيما بين * ج ك * فهو تحت خط
ى ع ك * وليكن * و * وكل خط يمر بنقطة * ى ع و * فهو محدب

وخيال جميع خط * اب ك * وذلك

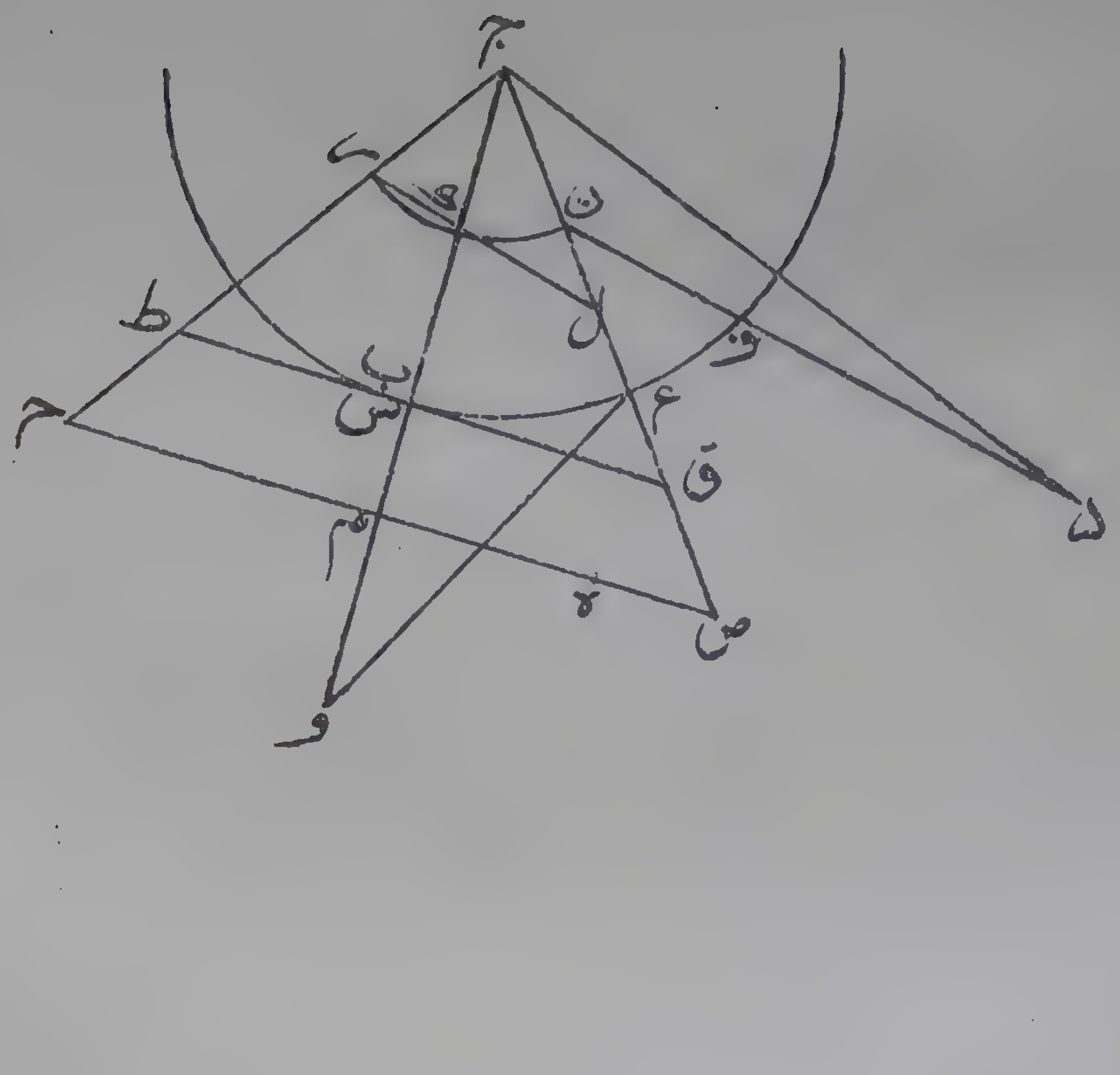
* الشكل - ١٠٣ *

الخط نخيال خط * اك * محدب تحديبه يلى سطح المرآة واذا فرض
على خط * اه * نقطة غير نقطة * ب * وقريبة من * ا * واخرج اليها
خط من نقطة * ج * فان الواصل بين * ق * وبين نهاية المماس التى على
ذلك الخط يلقى * اه * على نقطة غير * ك * لان خيال تلك النقطة
يكون على الخط المحدب فتكون خارجة عن خط * ى ع * فنهاية مماسه
خارجة عن خط * ق م * فالواصل المذكور لاينتهى الى * ك * ويكون
ايضا خيال الخط الذى بين * ا * ونظيره * ك * محدبا وكذا لو كانت
النقطة فيما بين * ب ه * او عن وراء * ا * اذا اخرج * ه ا * فى جهة
ا * وفي هذه الحال تكون النقطة المفروضة بمنزلة * ا * و * ا * بمنزلة

الشكل ١٠٣



الشكل ع ١٠٢



ب * نخيال الخط المماس للمرآة وخيال كل جزء منه محدب تحديبه مما يلي
سطح المرآة وان كان * اه * يقطع دائرة * ره ح * فنعيد الصورة وليكن
طرف المماس من خط * ج ب م * كما كان فقوس * خ ح * اما ان يكون
مثل * ه ح * او اصغر او اعظم فان كان مثله فان المماس الخارج من * م *
يماس الدائرة على نقطة * ه * وان كانت قوس * خ ح * اصغر من * ه ح *
فعلى نقطة بين * ه ح * وان كانت اعظم فعلى نقطة من وراء * ه * وهذا
المماس يقطع * ب ه * على تصاريف الاحوال اما على * ه * وذلك على
الاول واما على نقطة بين * ب ه * وذلك على الاخيرين فعلى الثانى بعد
التماس وعلى الثالث قبله وعلى الاخيرين فليقطعه على * ط * ويماس الدائرة
على * ك * ونخرج * ط ك م * فى جهة * م * فهو يقطع * ا ر * فيما بين
ا ر * وليكن على * ن * وتبين كما فى الشكل السابق ان طرف المماس من * ا ج *
تحت * ك ن * وكذلك ان كان المماس الخارج من * م * يماس الدائرة
على * ه * فليكن طرف المماس من * ا ج * ف * ونصل * ف م * ونخرجه من
جهة * م * فيقطع * ب ط * على * ع * فيما بين * ب ط * وتعود الحال الى
مثل ما كانت فى الشكل المتقدم ويتبين ان خيال * اه * خيال كل جزء
من اجزائه خط محدب نخيال الخط المستقيم المعترض للمرآة يكون
ابدا محدبا مما يلى سطح المرآة اذا كان البصر خارجا عن السطح الذى
فيه الخط ومركز المرآة وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٠٤ ﴾
فاما اذا كان مركز البصر فى السطح الذى فيه مركز المرآة والخط
المستقيم فان اشكال خيال الخط تختلف بحسب اوضاعه فمن هذه الخطوط
ما يلقى سطح المرآة واذا اخرج لقيه اما على القطعة المقابلة او على الاخرى

ومنها ماليس يلقاه اصلا و التى تلقاه منها ماهو على استقامة الاقطار و منها ماهو معترض مائل على السطح *

الفصل العاشر

(ى) فاما التى على استقامة الاقطار فخيالاتها خطوط مستقيمة لقيت سطح المرآة اولا لان خيالات جميع نقاطها تكون على قطر بعينه و قد مران خيالاتها تكون اصغر منها بكثير واما المائلة فاما ان يكون ميلها الى خلاف جهة البصر او الى جهته فان كان الى خلاف جهة البصر فاما ان يكون ميلها مثل خطوط الانعكاس او اكثر او اقل ونعنى بخطوط الانعكاس هاهنا التى عليها تمتد الصورة الى سطح المرآة *

الفصل الحادى عشر

(يا) فاما خطوط الانعكاس فان البصر لايدركها جملة لان خطوط الانعكاس لاتتلاقى اصلا الا من وراء سطح المرآة و ذلك بين اذلو تلاقت لكانت لصورة نقطة الالتقاء اكثر من نقطة الانعكاس واحدة فلاتدرك نقاط الخط جميعها الا من نقطة التقاء الخط مع سطح المرآة و اذا كان هذا الخط مبصرا فهو فى جسم كثيف فيحجب اقرب اجزائه ابعدها فلايدرك البصر شيئا منها ولا من اجزائها *

الفصل الثانى عشر

(يب) وكذا الخطوط التى ميلها اكثر ان كانت متصلة بالمرآة لان الخطوط الخارجة من مركز البصر الى القوس من سطح المرآة التى بين طرف ذلك الخط والقطر المار بمركز البصر ليست تلقى ذلك الخط لانها ليست تلقى خط الانعكاس الاقرب منه الى البصر و القوس الباقية من سطح المرآة لا تنعكس منها صورة ذلك الخط لان الجسم الكثيف الذى فيه ذلك الخط يستر تلك القوس عن البصر *

الفصل الثالث عشر

(يج) فاما ان لم يكن متصلا بالمرآة فانه قد ينعكس اليه من وراء نقطة الالتقاء

الالتقاء المتوهمة خطوط شعاعية الا ان صورة مثل هذا الخط تكون مجتمعة شديدة الاجتماع فلا تتميز شكلها للبصر *

القصد الرابع عشر
(يد) وان كان ميلها اقل فان كان فيما بين خط الانعكاس والقطر المار بنقطة الالتقاء فان صورها ايضا تكون شديدة الاجتماع وان كانت قريبة جدا من القطر المار بنقطة الالتقاء فان صورها تكون مجتمعة وصغيرة جدا وقريبة من الاستقامة لقربها من الذى صورته مستقيمة وقرب وضعها من وضع القطر *

القصد الخامس عشر
(يه) واما التى تكون ميلها الى جهة البصر فان كان ميلها يسيرا فان صورها ايضا تكون مجتمعة وصغيرة جدا وقريبة من الاستقامة لما ذكرنا *

القصد السادس عشر
(يو) وكذلك جميع الخطوط التى تلقى سطح المرآة من وراء الجزء المقابل للبصر فان ما كان منها مائلا عن القطر المار بنقطة الالتقاء الى خلاف جهة مركز البصر فان منها ما ليس يدركه البصر وهى الخطوط الموازية لخطوط الانعكاس ومنها ما يدركه وهو ما كان مقاطعا لخطوط الانعكاس وتكون صورته شديدة الاجتماع غير متميزة للبصر وكذا ما كان منها مائلا الى جهة البصر ميلا يسيرا *

القصد السابع عشر
(يز) والخطوط التى تلقى سطح المرآة وتكون مائلة الى جهة البصر ميلا مقتدرا فان صورها تكون محدبة تحديبا محسوسا *

ضابط

وبالجملة فان جميع الخطوط التى تلقى سطح المرآة لا يدرك البصر صورة شئ منها ادراكا صحيحا الا ما كان مائلا الى جهة البصر ميلا مقتدرا وتحديد هذا الميل هو ان يكون الخط موازيا للقطر المار بمركز البصر

اوملاقيا فى جهة البصر اذا اخرج *

الفصل الثامن عشر
(يح) واما الخطوط التى لاتلقى سطح المرآة اصلا فمنها مايلقى القطر المار بالبصر من وراء المرآة ومنها مايوازيه ومنها مايلقاه من جهة البصر فاما التى تلقاه من وراء المرآة فان البصر ليس يدرك اكثرها وان ادرك شيئا منها فانما يدرك اطرافها *

الفصل التاسع عشر
(يط) ومايدركه البصر من هذه الخطوط ويتميز اشكال صورها للبصر هى ايضا الخطوط التى تلقى القطر المار بمركز البصر فى جهة البصر اوتوازيه كحال الخطوط التى تلقى سطح المرآة وخيالات جميع هذه الخطوط محدبة تحديبها يلى سطح المرآة *

الفصل العشرون
(ك) فاما الدوائر التى يكون مركز البصر والمرآة معا فى سطوحها ومركزها مركز المرآة فان خيال تقعيرها يكون محدبا وكذلك ما كان مركزها ابعد عن مركز البصر من مركز المرآة *

﴿ تنبيه ﴾

واعلم ان الخطوط التى تكون مع مركزى البصر والمرآة فى سطح واحد هى اقل الخطوط المدركة فى المرايا لانه ان مال الخط والبصر ادنى ميل زال وضع الاجتماع فى سطح واحد واذا كان ادراك الخط بالبصرين فاجتماع مركزيهما مع مركز المرآة والخط فى سطح اندر واقل ومع ذلك فعلى شفا الزوال واكثر اوضاع الخطوط التى تكون في سطوح المبصرات مع البصر هو ان يكون مركز البصر خارجا عن سطح الخط ومركز المرآة وقد قدمنا تبيين خيالاتها *

الفصل الحادى والعشرون
(كا) وجميع مايدركه البصر من الخطوط المستقيمة والمستديرة فى هذه

المرايا

المرايا اذا كان مركز البصر فى سطح الخط ومركز المرآة فان تحديب خياله يكون اقل منه اذا كان مركز البصر خارجا عن السطح و ذلك ان مركز البصر اذا كان فى السطح فان تحديب الخيال يلى نفس البصر وليس يدرك التحديب فى هذا الوضع الا بقياس مستقصى من ادراكه لقرب اجزائه المتوسطة و بعد اجزائه المتطرفة كما تبين فى المقالة الثانية واذا كان مركز البصر خارجا عن السطح فان الذى يلى البصر من الخيال هو السطح الذى يتقوس فيه الخيال فيدرك البصر شكل التقويس من ادراكه لاجتماع اطراف الصورة و من ادراكه لما يظهر وراء الصورة من الاجسام لان ما وراء الصورة من الاجسام يظهر له محيط مستديرهو صورة الخط المقوس فالتحديب الذى يدركه فى خيالات تلك الخطوط اقل مما يدركه فى خيالات هذه فلنبين الآن تحديب خيالات الخطوط التى تكون مع مركزى البصر و المرآة فى سطح واحد فلتكن مرآة كرية محدبة عليها ا ب * ومركزها * ج * وليكن مركز البصر * د * ونخرج سطحا يمر بنقطتى ج د * و ليحدث فصل * ا ب * و نصل * ج ا د * وليكن خط * ه ح * المستقيم فى سطح دائرة * ا ب * بحيث يلقى * ج د * فى جهة * د * اويوازيه وليدركه بصر * د * فى المرآة *

(فاقول) ان خيال * ه ح * محدب تحديبه يلى البصر فنصل * ج ح * و ليكن نقطة انعكاس * ح * الى * د * نقطة * ب * و نخرج * ب ط * مماسا وليلاق * ج ح * على * ط * وليكن * ر * خيال * ح * فنسبة * ج ح * الى * ح ط * كنسبة * ج ر * الى * ر ط * ونصل * ج ب * ونخرجه فهو يلقى * ه ح * اما ان كان * ه ح * موازيا * لج د * فلان * ج ب *

يلقى * ج د * واما ان كان يلقاه فى جهة * د * فا بين فان كان * ج ب * يلقى * ه ح * على نفسه والا اخرجناه حتى يلقى * ج ب * وليكن التلاقى على * م * حيث كان وليكن خيال * م ك * وطرف مماسه * س * فنسبة * ج م * الى * س م * كنسبة * ج ك * الى * ك س * و نصل * ر ك * ط س * فان كان * ط س * يوازى * ح م * فان * ر ك * يوازيهما وان كان * ط س * يلقى * ح م * فر ك * ايضا ينتهى الى نقطة تلاقيهما فان كانت متلاقية فنقطة الملتقى اما ان تكون فى جهة * ح * ا و * ه * وان كانت فى جهة * ه * فاما ان تكون من وراء * ج د * اوعلى نفس * ج د * اوفيما بين * ج د * ج م * فان كانت الخطوط متوازية اومتلاقية فى جهة * ح * اومن وراء * ج د * اوعلى نفسه فاذا نخرج * ا و * مماسا كما فى الصورة الاولى * فا و * يلقى * ج م * على تصاريف الاحوال لان نقطة * ب * على القطعة المقابلة للبصر فقوس * ا ب * اقل من الربع فزاوية * ا ج م * حادة وزاوية * ج ا و * قائمة فليلقه على * و * فنقطة * و * اما ان تكون بين * م س * او نفس * م * اومن وراء * م * لانها على تصاريف الاحوال ابعد عن سطح المرآة من * س * وذلك ان نقطة انعكاس * م * الى * د * هى بين نقطتى * ا ب * فالمماس الخارج من نقطة الانعكاس الى * س * يقطع * ا و * على نقطة بين خطي * ج د * ج و * فالمماس الذى طرفه * س * هو فى داخل مثلث * ا ج و * فنقطة * س * فيما بين * و ب * و * ط س * يقطع * ج و * ولنخرج * ط س * فى جهة * س * الى * ق * ولان زاوية * ط ب س * قائمة فزاوية * ج س ق * الخارجة منفرجة * فس ق و * لا يلاقى دائرة * ا ب * بل كلما امتد بعد عن الدائرة لان كل خط يخرج اليه من

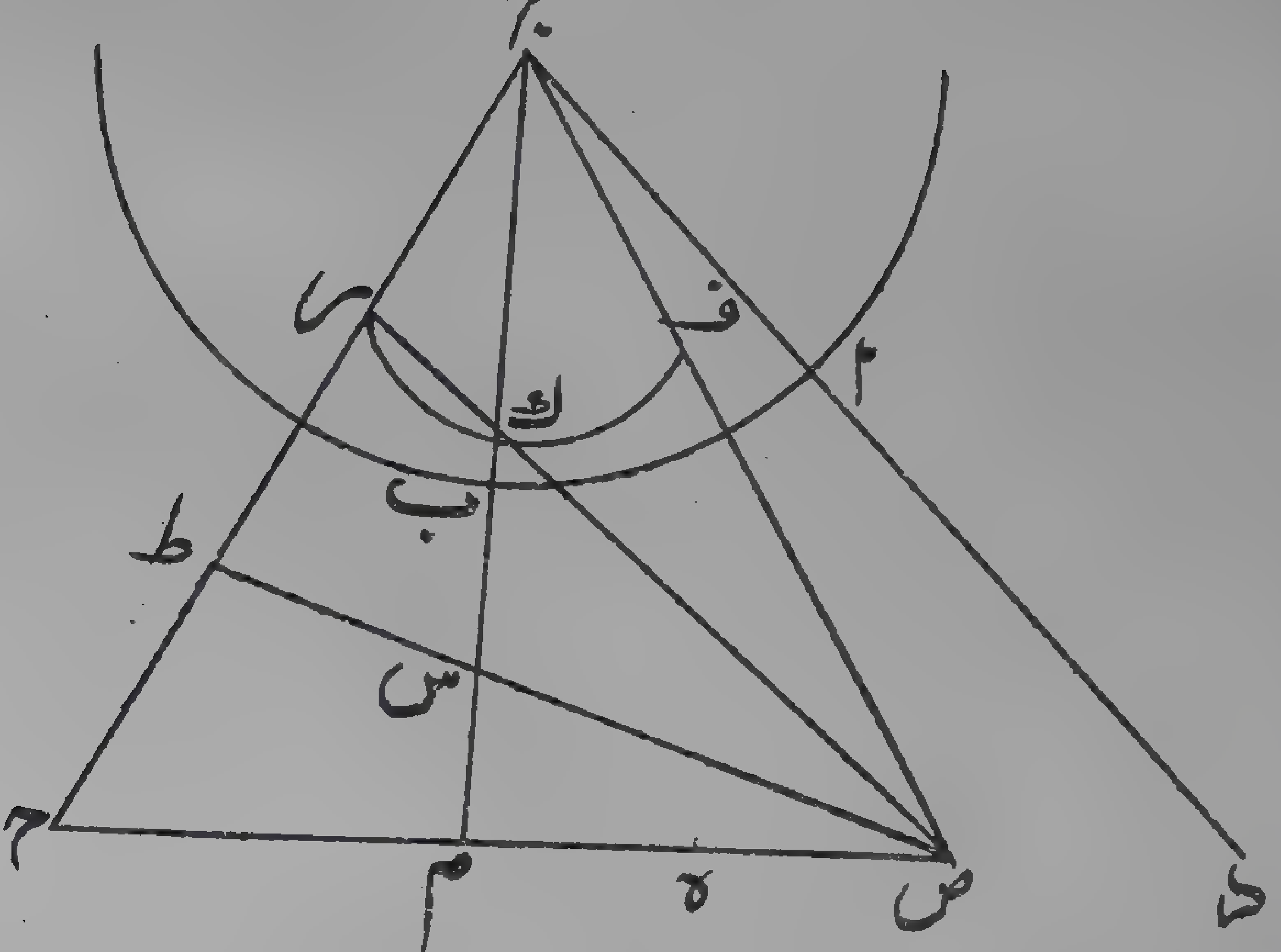
ج * يكون اعظم من * ج س * فط س ق * يقطع * ا و * و ليكن على
ق * ونصل * ج ق * و نخرجه فهو يلقى * ح ه * كما تبين فى * ب ج *
وليكن على * ص * و لتكن نقطة انعكاس * ص * الى * د ف * فهى
فيما بين * ج ص * ج د * و نخرج من * ف * المماس وليكن * ف ع *
فهو يلقى * ج ص * وليكن على * ع * ويلقى ايضا * ا ق * اذا اخرج فى جهة
ف * فنقطة * ع * تحت * اق * بين * ق ج * ونخرج * د ف ن * فيكون * ن *
خيال * ص * و نسبة * ج ص * الى * ص ع * كنسبة * ج ن * الى
ن ع * و نخرج * ر ك * فهو يقطع * ج ق * على تصاريف الاحوال
كان * ر ك * موازيا * لط ق * او ملاقيا له على احدى الصفات
المذكورة فليلقه على * ل * فل * بين * ج ق * فنسبة * ج ص *
الى * ص ق * كنسبة * ج ل * الى * ل ق * و نسبة * ج ص * الى
ص ق * اعظم من نسبة * ج ص * الى * ص ع * اعنى * ج ن * الى
ن ع * فنسبة * ج ل * الى * ل ق * اعظم من نسبة * ج ن * الى * ن ع *
وبالعكس نسبة * ع ن * الى * ن ج * اعظم من نسبة * ق ل * الى * ل ج *
و بالتركيب نسبة * ع ج * الى * ج ن * اعظم من نسبة * ق ج * الى *
ج ل * و * ع ج * اصغر من * ق ج * فج ن * اصغر من * ج ل * فن
من وراء خط * ر ك * وكل خط يمر بنقطة * ن ك ر * فهو محدب وخيال
جميع * ص ه ح * هو خط يمر بنقطة * ن ك ر * فخياله محدب تحديبه يلى
البصر وليكن * ن ك ر * وكذلك كل نقطة تفرض على خط * ه ح * غير
ح * اذا بنى البرهان عليها كما فى * ح * يتبين ان خيال الخط الذى يقع فيما بين
القطرين النظيرين * لح * ج ص * محدب مما يلى البصر فتبين ان كل جزء

من * ه ح * يكون خياله محدبا وان كانت خطوط * ر ك * ط س * ح م * متلاقية على نقطة فيما بين * ج د * ج م * كما فى الصورة الثانية فليكن الملتقى * ص ونصل * ج ص * فيكون خيال * ص * على تصاريف الاحوال فيما بين * ص ج * وليكن * ف * فيكون من وراء * ر ك ص (١) * وكل خط يمر بنقطة * ف ك ر * محدب لخيال * ح ص * محدب وكذا حكم جميع اجزائه لخيالات جميع الخطوط المستقيمة المدركة فى هذه المرايا اذا كانت توازى القطر المار بمركز البصر او تلقاه فى جهة البصر وكان مركز البصر والمرآة معا فى سطح واحد تكون محدبة تحديبها يلى البصر وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٠٥ - ١٠٦ ﴾

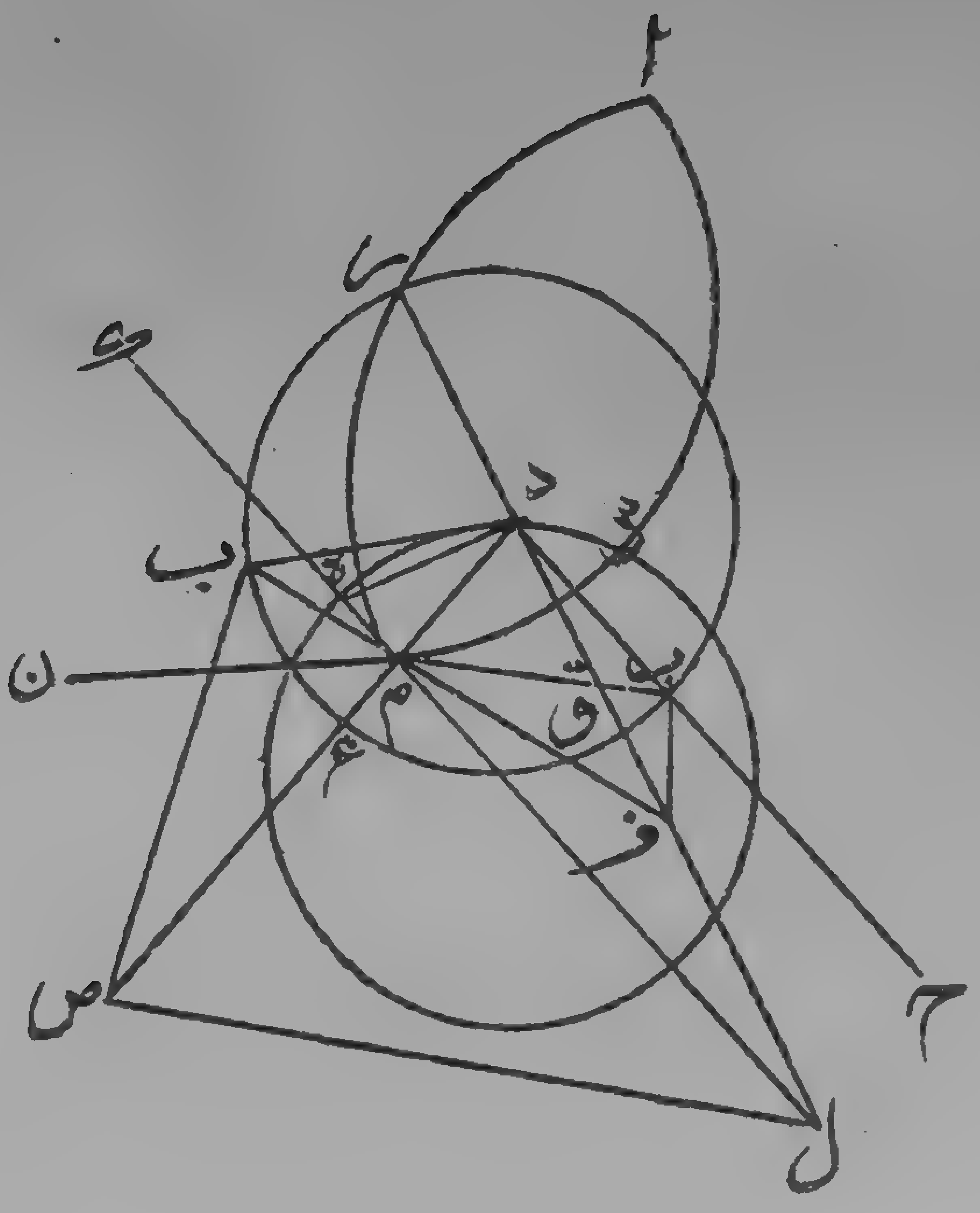
فاما الدوائر التى مركزها مركز المرآة والتى مركزها ابعد عن مركز البصر من مركز المرآة فان خيالاتها تكون ايضا محدبة يتبين ذلك كما تبين من قبل اذا كان البصر خارجا عن السطح الذى فيه مركز المرآة والدوائر لان الدائرة التى مركزها مركز المرآة فان كل نقطتين من محيطها مائلتين عن القطر المار بمركز البصر الى جهة واحدة تكون الزاويتان اللتان يحيط بهما القطر المار بمركز البصر مع القطرين المارين بالنقطتين مختلفتين فيكون خيال النقطة البعدى ابعد عن مركز المرآة من خيال القربى وطرف المماس للبعدى ابعد من طرف المماس للقربى فتبين كما مر ان خيال الدائرة يكون محدبا وكذا القسى من الدوائر التى مراكزها ابعد عن مركز البصر من مركز المرآة فانه يمكن حينئذ ان يخرج من مركز المرآة خطان متساويان الى محيط تلك الدائرة ويكون طرفاهما فى الجهة التى فيها مركز البصر ويكونان اعظم من الخط الذى يخرج فيما بينهما ويمر بمركزى المرآة والدائرة فيمكن ان تدار على مركز المرآة وببعدى ذينك الخطين قوسا

(١) ن - ز ك ص *

الشكل ع ١٠٥

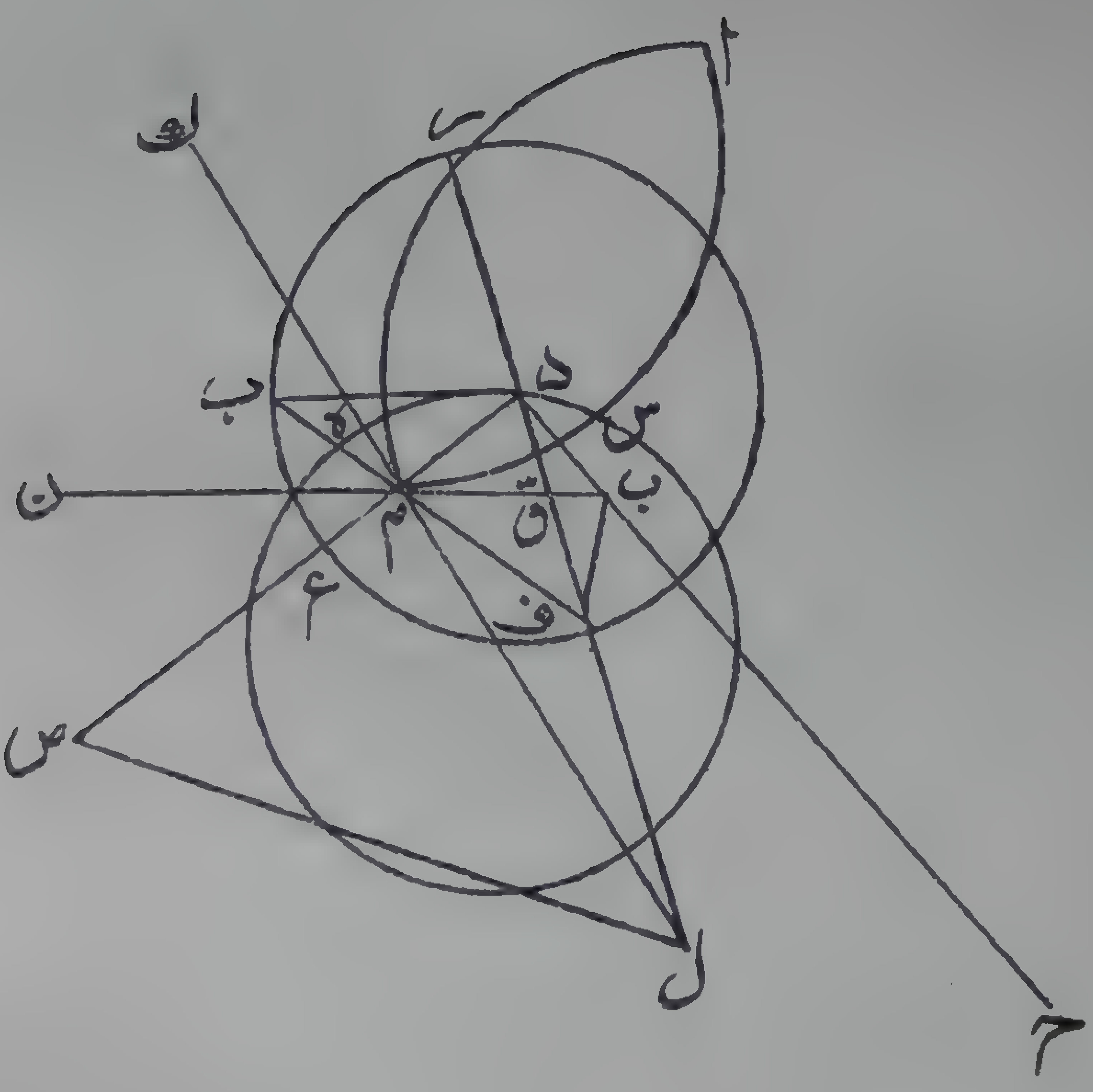


الشكل الـ١٠٦



الشكل ب ١٠٦

صل
هذه صورة الشكل على ترتيب البيان وهي اصح مما في نسخة الا - لع



من دائرة تكون ابعد عن مركز المرآة من القوس التي فيما بين ذينك من
الدائرة الاولى فتكون خيالات القسى التي بهذه الصفة محدبة كما مر بيانه *

حاصل الفصل

فقد تبين من جميع ما بيناه ان اكثر الخطوط المستقيمة المدركة في المرايا
الكرية المحدبة تكون خيالاتها خطوطا محدبة تحديبها يلي سطح المرآة
وجهة البصر وان الدوائر التي مراكزها مركز المرآة فخيالات تقعيرها كذلك
وكذا خيالات تقعير كثير من الدوائر التي مراكزها خارجة عن مركز المرآة
فان كانت هذه الخطوط في سطوح المبصرات فان هيآتها المدركة بالبصر
تكون على خلاف ما هي عليه فالمبصرات المستطيلة المستقيمة المدركة فيها
اذا كان مركز البصر خارجا عنها وهو اكثر الاوضاع التي منها يدرك البصر
المبصرات بالانعكاس فان صورها تظهر محدبة ظهورا بينا وكلما كان المبصر
اقرب الى سطح المرآة فان التحديب يكون اظهر وكذلك المبصرات المستطيلة
المقوسة التي تقعيرها يلي سطح المرآة اذا كانت قريبة من سطحها وكان
مركزها او مركز المقوسة ابعد عن مركز البصر من مركز المرآة فان صورها
تكون بينة التحديب كان مركز البصر خارجا عن سطوحها او في سطوحها
اذا كانت قريبة من المرآة فان التحديب يكون اظهر - واما المبصرات
الفسيحة الاقطار فان سطوحها اذا كانت مستوية تظهر محدبة ولكن
لا كتحديب الجسم المستطيل لما قدمنا ان الجسم المستطيل اذا كان مركز
البصر خارجا عن سطحه ظهر ما وراءه وتحته وفوقه من المبصرات فيظهر
تحديب صورته لتحديب صورة ما يحيط به و اذا كان فسيحا فان صورته
تكون كرية او ما يجرى مجراها فلا يدرك البصر تحديبه الا بقياس

مستقصى كما مر فى المقالة الثانية وايضا فان الصورة المنعكسة تكون ضعيفة فتكون الصورة المحدبة المذكورة بمنزلة الكرة والاجسام المحدبة التى تدرك على استقامة من بعد خارج عن عرض الاعتدال فلا يظهر تحديبه ظهورا بينا بل كلما بعد عن البصر خفى تحديبه حتى يرى البعيد منها مسطحا وما كان من هذه الاجسام قريبا من سطح المرآة فيظهر تحديبه ولكن دون ما يظهر من تحديب الجسم المستطيل اذا كان متساوى البعد عن المرآة وكذلك الاجسام المقعرة الفسيحة يظهر تحديبها يسيرا وهذه المعانى من الاغلاط التى تخص هذه المرايا دون المسطحة *

تكملة

فاما الاغلاط المركبة التى عليها الانعكاس مع واحدة من علل اغلاط الاستقامة او اكثر فان خيالها فى هذه المرايا على مثل ماهو فى المسطحة وامثلتها كامثلتها فلنستغن عن اعادتها *

الفصل الخامس

الفصل الخامس

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا الاسطوانية المحدبة ستة مقاصد *

حكم اجمالي

الاغلاط التى تعرض فى هذه المرايا بسبب الانعكاس خاصة هى مثل مافى الكرية المحدبة الا ان هيآت سطوح المبصرات فيها تكون اشد اختلافا مما فى الكرية لان هذه الصور تشارك تلك فى الضعف واختلاف الوضع وصغر المقدار والتحديب الا ان الصغر والتحديب يكونان فى الكرية على التناسب وفى الاسطوانية بخلافه لان جميع فصول الانعكاس فى الكرية دوائر وفى الاسطوانية مختلفة فمنها دوائر وقطوع وخطوط مستقيمة

والبصر

والبصر يدرك الخطوط المستقيمة الموازية لطول الاسطوانة من خط مستقيم فى طول المرآة و ان كان انعكاس صورة كل نقطة من الخط فى سطح غير السطح الذى تنعكس فيه صورة النقطة الاخرى بل تكون نقطة الانعكاس منتظمة على خط مستقيم ممتد فى طول المرآة فتكون صور الخطوط الموازية لسهم المرآة فى سطوح مستقيمة الفصول وكذلك الخطوط المنتصبة القائمة على سطح المرآة فاما صور الخطوط الموازية لعرض المرآة والمائلة على الطول فانها تنعكس من محيطات دوائر وقطوع فتكون فى سطوح محدبة الفصول وصور المستقيمة الموازية لطولها تكون مستقيمة اوقريبة من الاستقامة وتكون مساوية لتلك اوقريبة منها والصور التى تكون فى سطوح محدبة الفصول فانها تكون محدبة واقطارها اصغر من الخطوط المبصرة كما سنبين جميع ذلك مفصلا واذا كان خيال طول المبصر المستقيم الطول مستقيما ومساويا لطول المبصر اوقريبا منه وخيال عرضه المستقيم محدبا واصغر من عرض المبصر فان خيال المبصر المسطح يكون محدبا تحديبا اسطوانيا وشبيهها بشكل المرآة فاغلاط هذه المرايا انما تختص ما يوازى عرض المرآة او يكون مائلا على الطول دون ما يوازى الطول وكلما زاد الميل اشتد الغلط و تكون فيما يوازى الطول يسيرة جداً وكل ما يدرك فى هذه المرايا فانه لايخلو من الغلط سوى عدد المبصرات وترتيب اجزائها ونبين ماذكر بعد ما يجب تقديمه *

مقدمة

كل خط يماس قطعا من قطوع المرآة على غير نقطة انعكاس يكون على محيطه ويكون الواصل بين نقطة التماس وموقع العمود الخارج من نقطة الانعكاس

على السهم يحيط مع العمود بزاوية حادة فان العمود الخارج من نقطة التماس على المماس يلقى العمود الخارج من نقطة الانعكاس من وراء النقطة التى على السهم فليكن القطع * اب ج * ونقطة الانعكاس * ب * و * د * التى على السهم و نصل * ب د * العمود و تماس قطع * اب * خط * ك ه ل * على * ه * وهى غير * ب * ونصل * د ه * وليكن * ه ن * عمودا على المماس ولتكن زاوية * ب د ه * حادة *

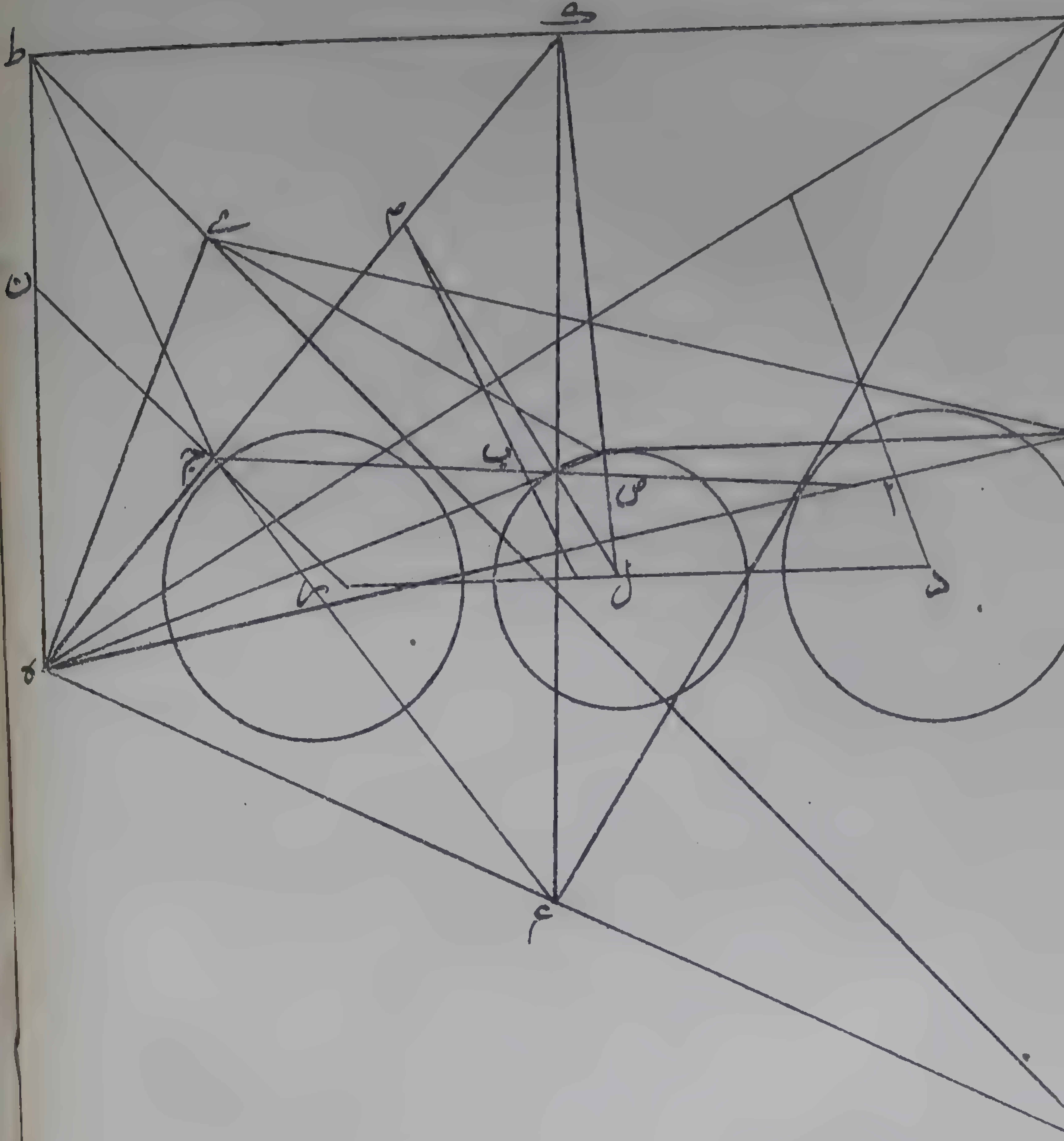
(فاقول) ان * ن ه * اذا اخرج فى جهة * ه * لقى عمود * ب د * على نقطة من وراء * د * وذلك انا نجيز على خط * ب د * سطحا يوازى قاعدة الاسطوانة ولتحدث دائرة * ب ط ر * فتقطع سطح القطع ضرورة لان نقطتى * ب د * هما فى سطحى القطع والدائرة ونخرج من * ه * خطا مستقيما فى طول الاسطوانة فيلقى محيط دائرة * ب ط ر * فليكن على * ط * ولان خطى * ل ه * ه ط * يماسان الاسطوانة على * ه * فسطحهما كذلك ونخرج من * د * فى سطح الدائرة نصف قطر * د ع * عمودا على ب د * وليكن * د ح * سهم الاسطوانة فيكون * ب د * عمودا على سطح ح د ع * و خط * ه ط * خارج عن سطح * ح د ع * لان زاوية ه د ب * حادة *

(اقول) وتقريبه ان * ه ط * لو كان فى السطح لكان * ه د * وهو ايضا فى السطح حينئذ يحيط مع * ب د * العمود على سطح القائمة لكنها حادة فه ط * خارج *

(قال) و * ه ط * مواز للفصل بين سطح * ح د ع * وسطح الاسطوانة و * د ب * عمود على سطح * ح د ع * و السطح المماس للاسطوانة على

ب

الشكل ١٠٧



ب * فالسطحان متوازيان وسطح * ل ه ط * يماس الاسطوانة على
ه ط * الخارج عن السطحين المتوازيين فسطح * ل ه ط * يقطعهما فليحدث
على سطح * ح د ع * ل ص * وسطح * ح د ع * قائم على سطح دائرة
ب ط ر * لان سهم * ح د * عمود على سطحها وكذا سطح * ل ه ط *
قائم على سطحها فالفصل بين سطحي * ل ه ط * ح د ع * وهو * ل ص *
عمود على سطح الدائرة ايضاً فليلق سطحها على * ص * ونقطة * ص *
في سطح * ح د ع * وسطح الدائرة فهي على الفصل بينهما وهو * د ع *
فنصل * ع ص * ويكون * د ع ص * مستقيما ونصل * د ل * فهو الفصل
بين سطح القطع وسطح * ح د ص * لان نقطتي * د ل * هما في السطحين
ونصل * ط ص * فيكون هو الفصل بين سطح * ل ه ط * والدائرة لان
ط ص * هما في السطحين * فط ص * مماس للدائرة ونصل * د ط *
فزاوية * د ط ص * قائمة ونخرج من * ط * عمودا على سطح
ح د ص * فيقع على * د ص * الفصل بين سطحي الدائرة و * ح د ص *
وليكن * ط م * ونجيز على * ه * سطحا موازيا لقاعدة الاسطوانة
ولتحدث دائرة * ه س * فهي تقطع السهم على نقطة غير * د * فليكن * ق *
وتقطع ايضاً خط * د ل * الذي يقطع دائرة * ب ط ر * الموازية لها
وليس في سطحها لان * د ص * في سطحها
* الشكل -- ١٠٧ *
و * د ح * عمود عليه و * د ل * في ما بينهما فليقطعه على * ف * ونصل
ق ف * ه ف * فنقطتا * ف ه * في سطحي دائرة * ه س * والقطع فخط
ه ف * هو الفصل بينهما وهما قائمتان على سطح * ح د ص * لان عمود
د ب * في سطح القطع والعمود الخارج من * ق * الموازي * لدت * في سطح

الدائرة نخط * ه ف * عمود على سطح * ح د ص * فهو عمود على خط د ل * الذى هو في ذلك السطح ونصل * ه ق * فهو فى سطح دائرة ه س * و * د ط (١) * فى سطح دائرة * ب ط * و * ه ط * مواز * لد ق * فهما فى سطح واحد و خطا * ه ق * ط د * فى سطحهما فسطح * ه ط * د ق * سطح واحد مستو وهو يقطع سطحى الدائرتين و * د ط * ق ه * فى سطحهما متوازيان و خطا * ق ف * د م * هما الفصلان بين سطح ح د ص * وسطحى الدائرتين فهما متوازيان نخطا * د ط * د م * موازيان لخطى * ق ه * ق ف * فزاوية * ط د م * مثل * ه ق ف * وزاويتا د م ط * ق ف ه * قائمتان و خط * د ط * مثل * ق م * لانهما قطران الدائرتين متساويتين نخطا * ط م * ه ف * متساويان وكذلك خطا د م * ق ف * و نصل * ف م * فيكون موازيا * لد ق * و * د ق مواز * لل ص * لان * ل ص * عمود على سطح دائرة * د ب * فم ف يوازى * ص ل * وزاوية * د ص ل * قائمة * فد ل * اعظم من * د ص و * ف م * يوازى * ل ص * فدف * اعظم من * د م * و * ف ل * اعظم من * م ص * وزاوية * د ط ص * قائمة و * ط م * عمود على * د م ص فضرب * د م * فى * م ص * مثل مربع * ط م * وضرب * د ف * فى ف ل * اعظم من ضرب * د م * فى * م ص * اعنى مربع * ط م * بل ه ف * ونقط * د ه ل * فى سطح القطع فكذا مثلث * د ه ل * و * ه ف * عمود على * د ل * وضرب * د ف * فى * ف ل * اعظم من مربع ه ف * فزاوية * د ه ل * منفرجة فزاوية * د ه ك * حادة وزاوية * ن ه ك * قائمة * فن ه * اذا اخرج فى جهة * ه * قطع زاوية * ل ه د * و * ن ه *

(١) ن - د را *

يلقى

يلقى عمود * ب د * لان * ب د * ايضا عمود على الخط المماس للقطع على ب * و قد تبين فى شكل (يط) من فصل الخيال ان كل عمودين كذلك فانهما يلتقيان من وراء محيط القطع * فن ه * يلقى * ب د * من وراء نقطة * د * وذلك ما اردناه *

(ا) واذقد تبين ذالك فلتكن مرآة اسطوانية محدبة قائمة عليها * ا ب ج * و ليكن سهمها * د ر * و مركز البصر * ه * و ليكن خط * ح ط * المستقيم فى مبصر و ليكن موازيا لطول المرآة وتحديده ان يوازى السهم وليدرك البصر الخط فى المرآة *

(فاقول) ان صورة * ح ط * تنعكس الى بصر * ه * من خط مستقيم ممتد فى طول المرآة وذلك لان * ح ط * ان كان فى السطح المار بمركز البصر والسهم فان الانعكاس يكون عن الفصل المستقيم كما تبين فى الفصل الخامس من المقالة الرابعة فتكون الاعمدة الخارجة من نقط خط * ح ط * على الفصل جميعها فى سطح الانعكاس فيكون خيال هذا الخط مستقيما ومساويا للخط كخيالات ما يدرك فى المسطحة و كذلك ان كان * ح ط * مائلا على سطح المرآة وكان مع ذلك هو ومركز البصر فى السطح المار بالسهم وان كان ح ط * خارجا عن السطح المار بالسهم وبمركز البصر فانا نخرج من * ه * سطحا موازيا للقاعدة ولتحدث دائرة * ب * ومركزها * ل * و هذه الدائرة تقطع جميع الخطوط التى فى طول الاسطوانة وما يوازيها اذا انبسطت فهى تقطع خط * ح ط * اما على نفسه اوبعد الاخراج فليكن على * ك * حيث كان فصورة * ك * انما تنعكس الى * ه * فى سطح الدائرة وعن محيطها ومن نقطة واحدة كما تبين فى فصل الخيال فليكن * ب * ونصل

ه ب * ب ك * ونصل * ل ب * ونخرجه الى * م * فزاوية * ه ى م (١) * مثل * ك ب م * و * ل ب * عمود على السطح المماس للاسطوانة على * ب * ونخرج من * ب * خطا فى طول المرآة عن جنبى * ب * وليكن * اب ج فهذا الخط فى السطح المماس المار بنقطة * ب * ومواز للسهم *

(فاقول) ان صورة * ح ط * تنعكس الى بصر * ه * من خط * اب ج ونفرض على * ح ط * نقطة * ط * كيف اتفق ونخرج من * ه * خطا موازيا لعمود * م ب ل * وليكن * ه ع * فخطوط * م ب ه * ع ك * م ه * فى سطح واحد هو سطح الانعكاس فكذلك * ك ب * فك ب اذا اخرج فى جهة * ب * لقى * ه ع * وليكن على * ع * ونصل * ط ع فلان خط * ك ب ع * فى سطح خطى * ك ط * ب ج * المتوازيين فنقطتا * ط ع * فيه ايضا * فب ج * فى سطح مثلث * ك ع ط * ومواز لك ط * فب ج * يقطع * ط ع * وليكن على * ج * فنقطة * ج * فى سطح المرآة ونخرج من * ج * خط * ج ر * يوازى * ل ب م * ونخرجه من جهة ج * الى * ن * فيكون * ج ن * عمودا على السطح المماس المار بخط ب ج * وموازيا * لع ه * الموازى لخط * ل ب م * ايضا ونصل * ه ج فيكون فى سطح خطى * ه ع * ن ج * فعمود * ج ن * فى سطح مثلث ع ه ح (٢) * و * ط * فى سطح هذا المثلث ونصل * ه ط * فيكون ايضا فى سطح المثلث * فز ج ن * فى سطح مثلث * ه ج ط * ويقطع * ج ط * لانه يوازى * ع ه * ويقطع * ه ج * لان * ه * خارجة عنه لانها على الخط الموازى له * فرج * يقطع زاوية * ه ج ط * فيقطع * ه ط * وليكن على ن * فلان * ب م * يوازى * ع ه * فزاوية * م ب ك * مثل * ه ع ب

---

(١) ن - ه ب م ☆ (٢) ن - ع ه ج ☆

وزاوية * م ب ه * مثل * ع ه ب * وزاويتا * م ب ك * م ب ه * متساويتان فكذلك زاويتا * ه ع ب * ع ه ب * فكذلك خطا * ع ب ه ب * ولان * ج ب * يوازى السهم فهو عمود على السطح الموازى للقاعدة وهو سطح مثلث * ه ع ك * فكل من زاوية * ع ب ج * ه ب ج قائمة ومربع * ع ج * كمربع * ع ب * ب ج * ومربع * ه ج * كمربعى ه ب * ب ج * فع ج * مثل * ه ج * فزاويتا * ج ع ه * ج ه ع * ايضا متساويتان فزاويتا * ن ج ط * ن ج ه * ايضا متساويتان فصورة ط * تنعكس الى * ه * من * ج * اذا كان سطح المرآة يمتد الى * ج ولا تنعكس من غير * ج * وكذا يتبين فى كل نقطة من خط * ط ح * ان صورتها لا تنعكس الى * ه * الا من خط * ا ب ج * ونجعل * ج ك مثل * ط ك * ونصل * ح ع * فتبين ان * ب ج * يلقى * ح ع * كما مر فى خط * ط ع * وليكن على * ا * ونصل * ه اح * ا ه ح * ونخرج * ا د * موازيا * ل ب ل * ونخرجه فى جهة * ا * فيلقى * ه ح * كما مر فصورة خط ح ك ط * تنعكس الى * ه * من خط * ا ب ج * ونصل * ك ل * ونخرج ه ب * حتى يلقاه على * ص * فص * خيال * ك * لان صورة * ك * انما تنعكس عن محيط دائرة * ب * و * ل ك * هو العمود على الخط المماس للفصل اعنى خط الخيال *

الفصل الثانى

(ب) فاما السطحان اللذان تنعكس فيهما صورتا * ح ط * فان فصلهما قطعان والعمود ان الخارجان من نقطتى * ح ط * اعنى خطى خيالهما يلقيان د ا * رج * لما مر فى فصل الخيال ومن وراء نقطتى * د ر * كما مر فى المقدمة لان الخطين الخارجين من نقطتى * د ر * الى نقطتى * ح ط *

يحيطان مع عمودي * د ا * ز ج * بزاويتين حادتين لان زاويتي * ح ا د
ط ج ر * منفرجتان و خطا * ع ه * د ا * في سطح انعكاس * ح * الى
ه * و * ح ه * يقطعهما وكذلك خطا * ع ه * ز ج * في سطح انعكاس
ط * الى * ه * و * ط ه * يقطعهما * فه ع * هو الفصل بين سطحي الانعكاس
وخط خيال * ح * يقطع * د ا * فاذا اخرج لقى * ع ه * الموازى * لد ا
وكذلك خط خيال * ط * يلقى * ع ه * و خط * ح ك ط * عمود على
السطح الموازى للقاعدة المار بنقطة * ك * و * ح ك * مثل * ط ك * فه ح
مثل * ه ط * ووضع نقطة * ح * من بصر * ه * ومن سطح دائرة * ب
مشابه في جميع احواله بوضع * ط * من * ه * ومن سطح الدائرة فوضع
فصل انعكاس * ح * بالقياس الى دائرة * ب * كوضع فصل انعكاس
ط * فبعد موقع خط خيال * ح * من نقطة انعكاسها اعني * ا * كبعد
موقع خط خيال * ط * عن نقطة انعكاسها اعني * ج * فالزاويتان اللتان
يحيط بهما خطا خيالي * ح ط * مع * ه ع * متساويتان و خطا * ح ه
ط ه متساويان وزاويتا * ح ه ع * ط ه ع * متساويتان لان سطح * ك
ع ه * قائم على سطح * ح ط ه * لان * ح ك * عمود على سطح * ك ع ه
وبعد خط * ه ح * عن الفصل المشترك اعني * ه ك * مثل بعد * ه ط
عنه فمثلا خطي * ح ه * ط ه * عن خط * ه ع * متساويان فزاويتا
ح ه ع * ط ه ع * متساويتان وكانت الزاويتان اللتان يحيط بهما خطا
الخياليين مع * ه ع * متساويتين و خطا * ه ح * ه ط * متساويين فخطا
الخياليين انما يلقيان * ه ع * على نقطة واحدة ويكونان متساويين ويحدث
منهما ومن * ح ط * مثلث متساوى الساقين فليكن خطا الخياليين * ح و
ط

ط ه * فيكون مثلثا * ح ه و * ط ه و * متساويين وزاوية * ه ح * ومثل
زاوية * ه ط و * ونخرج خطى * ه ا * ه ج * حتى يلقيا خطى الخيالين
على * س ى * فس ى * خيالا * ح ط * ونصل * س ى * فلان * ا ب ج
عمود على سطح دائرة * ب * ووضع نقطة * ح * من سطح دائرة * ب
ومن * ه * مثل وضع نقطة * ط * فبعد * ا * عن دائرة * ب * مثل بعد
ج * عنها لان * ا * انما هى على الواصل بين نقطتي * ح ع * المساوى
لط ع * و * دز * مواز * لح ط * فاب * مثل * ج ب * فه ا * مثل * ه ج
و * ح ا * مثل * ط ج * وزاوية * ه ا ح * مثل * ه ج ط * وزاوية
ح ا س * مثل * ط ج ى * وزاوية * ا ح ه * مثل * ج ط ه * فتبقى زاوية
ا ح س * مثل * ج ط ى * فمثلث * ح ا س * كمثلث * ط ج ى * فح س *
مثل * ط ى * فس ى * يوازى * ح ط * وخطا * ح و * ط و * خارجان
عن سطح خطى * ح ط * د ر * لانهما * يلقيان * د ا * ر ج * تحت نقطتى
د ر * فدر * خارج عن سطح مثلث * ج ط د * ولا شىء من سطح خطى
ح ط * د ر * فى سطح مثلث * ح ط د * سوى * خط * ح ط * و نقطة
ص * هى فى سطح خطى * ح ط * د ر * لانها على * ك ل * الذى هو
فى السطح * فص * خارجة عن سطح مثلث * ح ط و * وخط * س ى
فى سطح المثلث * فص * خارجة عن خط * س ى * فالخط الذى يمر
بنقطة * س ص ى * محدب وهذا هو خيال * ح ط * فخيال * ح ط * محدب *
(ج) وخطوط * س ه * ب ه * ج ه * جميعها فى سطح مثلث * ه ا ج *
وكذا كل خط يخرج من * ه * الى نقطة * من * ا ب * وخيال كل نقطة
من * ح ط * على احد تلك الخطوط فتحديب خيال * ح ط * هو فى

القصد الثالث

سطح مثلث * ه س ى * والتحديب يلى * ه * وقد تبين ان مركز البصر اذا كان فى السطح المستوى الذى فيه تحديب الخيال والتحديب يلى البصر فانه ليس يظهر هاهنا وايضاً فان العمود الخارج من * ص * على * س ى * يكون صغيرا جدا وهو ينصف * س ى * فاذا كان خط * س ى * اعظم من ضعف ذلك العمود كانت زاوية * س ص ى * منفرجة وكلما زاد خط * س ى * عظما ازدادت الزاوية انفراجا فاذا كان خط * ح ط * المبصر مقتدر الطول فان * س ى * يكون ايضاً مقتدراً و تكون زاوية * س ص ى * شديدة الانفراج فتحديب صورة * ح ط * يكون يسيرا فان ادرك البصر التحديب فانما يدركه يسيرا جدا وايضاً فان الخط الخارج من * ص * الموازى * لس ى * يقطع خطى * ه ا * ه ح * ويكون الخيال من وراء هذا الخط لان * ص * على وسط الخيال وطرفا الخيال هما * س ى * فالعمود الخارج من * ص * على * س ى * هو اعظم عمود يخرج من نقاط هذا الخيال الى * س ى * والجزء من الخيال المحدب الذى بين نقطتى * س ص * اقرب الى * س ى * من * ص * و * س ص * اقرب الى الخيال من * س ى * فالجزء من الخيال الذى بين * س ص * اقرب الى * س ص * من جميع الخيال الى خط * س ى * بكثير والجزء من الخيال الذى بين س ص * هو خيال * ح ط (١) * و * س ص * قطر الخيال وكذلك الجزء من الخيال الذى فيما بين نقطتى * ى ص * وكذا كل جزء من خيال * ح ط * وكلما كان الجزء من الخيال اصغر كان الى قطره * ه * اقرب فخيال الجزء من ح ط * يكون قريبا جدا من المستقيم الواصل بين طرفيه وتحديبه يلى جهة البصر فالتحديب لا يظهر للبصر ظهورا بينا وايضاً فلان خط * س ى *

---

(١) ن — ح ك *

موازٍ * ح ط * فس ى * اصغر منه لكن لا يكون صغره متفاوتا لبعد نقطة
و * عن خط * س ى * لان خطى * ح و * ط و * من وراء السهم و * ه و *
موازٍ للعمود القائم على السهم فنقطة الالتقاء اعنى * و * تكون على بعد
من السهم و * س ى * فوق السهم * فس ى * لا ينقص عن * ح ط *
نقصانا متفاوتا ونصل * ص س * ص ى * فيحدث منها ومن * س ى *
مثلث * فس ص * ص ى * معا اعظم من * س ى * و * س ص * قطر
خيال * ح ك * و * ى ص * قطر خيال * ك ط * فقطر * ا * خيالى
قسمى * ح ط * اعظم من قطر خيال جميع * ح ط * وكذا كل نقطة تفرض
على خيال * ح ط * المحدب اذا خرج منها خطان الى نقطتى * س ى * فانهما
يكونان اعظم من * س ى * واذا كان خطا * س ص * ى ص * اعظم
من * س ى * و * س ى * اصغر من * ح ط * بقدر يسير فخطا * س ص *
ى ص * ان لم يكونا معا اعظم من * ح ط * ولا مساويين له فلا ينقصان
عنه نقصانا متفاوتا وكذا كل جزء من * ح ط * فان نسبة قطر خياله اليه
يكون اعظم من نسبة قطر خيال جميع * ح ط * الى * ح ط * واذا كانت
مرآة * ا ب * معترضة للناظر وكان * ح ط * موازيا لسهم المرآة
وخارجا عن سطح السهم ومركز البصر وكان مركز البصر مقابلا لوسط
الخط فان صورة * ح ط * المدركة فى المرآة تكون محدبة تحديبا يسيرا وربما
ظهر تحديبها اذا كان الخط قريبا جدا من سطح المرآة والخط فى سطح
مبصر مستطيل مستدق ويكون مقدار الصورة اصغر من الخط بقدر يسير
وكذلك اذا كانت المرآة منتصبة او ممتدة فى الجهة المقابلة للناظر يعنى فى
احدى جهتى السطح الخارج من مركز البصر الموازى للقاعدة وكان هذا

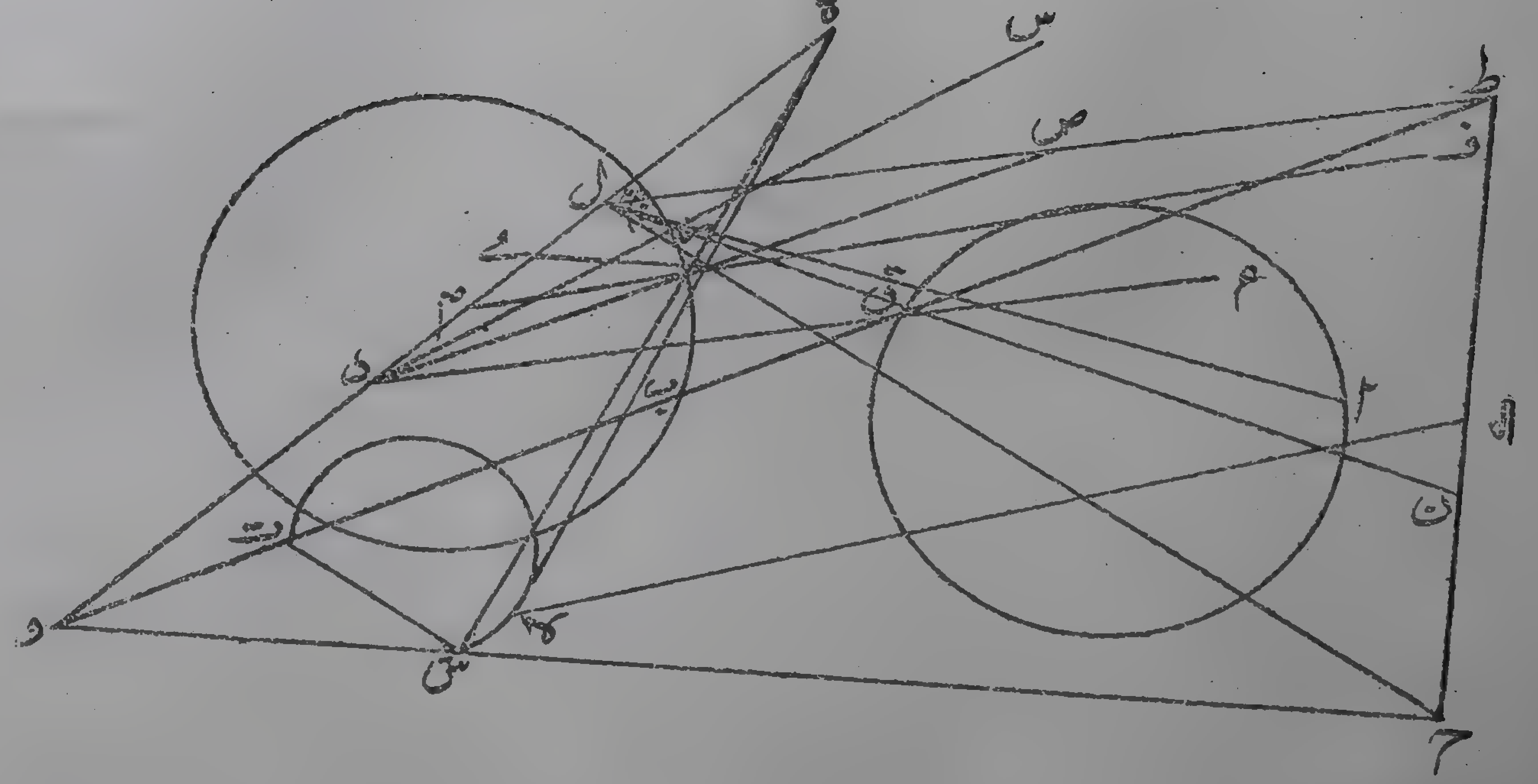
السطح يقطع طرف المرآة او يقع خارجا عنها وكان * ح ط * خارجا عن سطح السهم ومركز البصر فان تحديب خياله يكون ايسر مما كان اولا ويكون مقداره اقرب من مقدار قطره وتحديبه يلى البصر لانا اذا توهمنا * ح ط * ممتدا فى جهة القاعدة حتى يقطعه السطح الموازى على وسطه عاد الوضع والبرهان الى مثل ماتقدم ويصير * ح ط * جزأ من جميع الخط فلا يدرك البصر تحديبه ويكون قطر خياله مثله اوفى غاية القرب منه فخيال الخط المستقيم الموازى لطول المرآة فى اكثر الاحوال مستقيم اوقريب من ذلك ومساو للخط اوقريب منه وذلك ماردناه * ﴿ الشكل - ١٠٨ ﴾

(د) فاما الخطوط المعترضة لهذه المرآة فانها بخلاف ذلك وخيالاتها على مايبينه فلتكن المرآة عليها * ا ب ج * وليكن البصر * ه * وخط * ح ط * فى مبصر وليكن موازيا لعرض المرآة اعنى ان يكون عمودا على السطح المار بسهم المرآة ومركز البصر ويكون عن جنبتى السطح وليقطع الخط السطح على * ك * وليكن * ح ك * مثل * ط ك * فان كان * ح ك * فى السطح الموازى لقاعدة المرآة المار بمركز البصر فليس يدركه البصر متصلا لانه ان كان فيما بين البصر والمرآة وكان متصلا فانه يستر موضع الانعكاس عن البصر لكثافة الجسم الذى فيه الخط وان كان الموضع المقابل للبصر من سطح المرآة منكشفا فانه يدرك كل واحد من طرفيه محدبا كما تبين فى الكرية المحدبة لان ادراكه انما يكون من محيط الدائرة الموازية للقاعدة وان كان الخط مارا بسطح البصر فان ماكان منه عن جنبتى البصر يدركه من محيط الدائرة محدبا وان كان الخط من وراء المرآة فليس يدرك البصر الا اطرافه وغير محقق كما مر فى الكرية لان المرآة تستر وسطه وان كان من وراء جسم

الناظر

المقصد الرابع

الشكل ١٠٨



الناظر فلا يدرك الا اطرافه ان كان مقدار الطول لان جسم الناظر وما يتصل به يستر وسطه فلا يدرك البصر خط * ح ط * متصلا الا اذا كان خارجا عن السطح الموازى لقاعدة المرآة المار بمركز البصر وفى الجهة التى تلى البصر من المرآة *

(ه) فليكن * ح ط * خارجا عن السطح وفى الجهة المذكورة و لتنعكس صورة * ح * الى * ه * من * ب * وصورة * ط * من * ج * و نصل ه ب * ه ج * وليكن الفصل بين سطح المرآة والسطح المار بالسهم ومركز البصر * ر ا * ولان * ح ط * خارج عن السطح الموازى للقاعدة المار بالبصر فالسطح الموازى للقاعدة المار * بح ط * موازللذى يمر بالبصر فجميع نقاط انعكاس نقاط * ح ط * الى * ه * يكون فيما بين السطحين ولان * ح ك ط * عمود على السطح المار بالسهم و بمركز البصر و * ح ك * مثل * ط ك * فبعد * ب * عن السطح المار بالسهم مثل بعد * ج * عنه فه ب * مثل * ه ج * فالدائرة الموازية لقاعدة المرآة القائمة على السطح المار بالسهم التى تمر بنقطة * ب * تمر ايضاً بنقطة * ج * و يكون العمود ان القائمان على السطحين المماسين بسطح المرآة الخارجين من نقطتى * ب ج * فى سطح هذه الدائرة وقطرين لها ولتكن الدائرة * ب ر ج * ومركزها د * ونصل خطوط * ب د * ج د * ه د * ولان * د * فى كل من سطحى انعكاس * ح * و * ط * الى * ه * و * ه * ايضاً فيهما * فه د * هو الفصل بين سطحى الانعكاس و * ه د * هو فى السطح المار بالسهم والبصر لان ه د * هما فى هذا السطح ونصل * ح ب * ط ج * ونخرج عمودى * د ب * د ج * الى * ع س * فح ب * يقطع عمود * ع ب د * و * ه ب *

القصد الخامس

ايضاً فيقطع زاوية * ه ب د * وخط * ه د * فليكن على * ل * وكذلك تبين ان * ط ج * يقطع * ه د * ولان بعد * ب * عن السطح المار بالسهم كبعد * ج * فزوايا الانعكاس التي عند * ب * مثل التي عند * ج * وزاوية ب د ه * مثل * ج د ه * وزاوية * ه د ر * اصغر الزوايا التي يحيط بها * ه د * مع جميع الخطوط الخارجة من * د * في سطح دائرة * ب ر ج * ولان زوايا الانعكاس التي عند نقطتي * ب ج * متساوية وزاويتا * ب د ه * ج د ه * متساويتان * فط ج * يلقى * د ه * على النقطة التي عليها تلقاه * ح ب * اعنى * ل * فمثلث * ح ل ط * متساوي الساقين ولان دائرة ب ر ج * خارجة عن السطح الموازى المار بالبصر * فه د * خارج عن سطح دائرة * ب ر ج * فنقطة * ل * خارجة ايضاً ونصل * ل ر * ونخرجه فى جهة * ز * الى * ن * واذا ثبتت نقطة * ل * ودائرة * ب ر ج * فى موضعهما ودار خط * ل ر ن * حول محيط * ب ر ج * حدث مخروط رأسه * ل * وقاعدته * ب ر ج * و * ل ر ن * ينطبق فى دورته على خطى * ل ح * ل ط * فخطا * ل ح * ل ط * هما فى سطح المخروط فنقطتا * ح ط * ايضا على سطح المخروط فخط * ح ط * فى داخل المخروط * و ل ر ن * فى سطح المخروط وهو فى سطح المار بالسهم لان نقطتى * ل ر * هما فيه وكذلك نقطة * ك * فيه فخط * ل ر ن * اقرب الى البصر من ك * و * ك * من وراء * ل ه * بالقياس الى * ه * وايضاً فان زاوية * ح ب ع * مثل * ه ب ع * فزاوية * ل ب د * اعنى * ه ب ع * مثل زاويتى * ب ه د * ب د ه * ونجعل زاوية * د ب م * مثل * ب د ه * فب م * مثل * د م * وتبقى زاوية * م ب ل * مثل * ب ه م * فضرب

ه م * فى * م ل * كمربع * م ب * ونصل * م ر * فهو اصغر من * م ب *
(اقول) لان * م ر * اقرب الى بقية القطر المار بنقطة * م * من * م ب *
(قال) فضرب * ه م * فى * م ل * اعظم من مربع * م ر * ونجعل
ضرب * ه م * فى * م ى * مثل مربع * م ر * ونصل * ى ر * فتكون
زاوية * م ر ى * مثل * ر ه م * فزاوية * م ر ل * اعظم من * ر ه م *
ولان * م ر * اصغر من * م ب * الذى مثل * م د * فم ر * اصغر من
م د * فزاوية * د ر م * اعظم من * ر د م * فجميع زاوية * د ر ل *
اعظم من زاويتى * ر ه د * ر د ه * فزاوية * ه ر ص * اصغر من * ص
ز ن * فنجعل زاوية * ص ز ف * مثل * ه ر ص * فخط * ز ف * اقرب
الى بصر * ه * من * ر ن * فنقطة * ك * من وراء * ر ف * بالقياس
الى * ه * فلا تنعكس * ك * الى * ه * من نقطة * ر * ولا من نقطة
اقرب الى * ه * من * ر * بل من نقطة من خط * ا ر * هى ابعد عن * ه *
من * ر * وليكن * ق * وليكن خط خيال * ح ح و * فهو يلتقى * ه د *
لانه يلتقى * ب * تحت * د * فليلق * ح و * * ه د * على * و * فو * تحت
د * وفى السطح المار بالسهم وبنقطة * ه * ولان وضع نقطة * ط * من
السطح المار بالسهم وبنقطة * ه * كوضع * ح * فخط خياله ايضا يلقى
ه د * على * و * فنصل * ط ز * ولان نقطة * ح ب * ح و * فى سطح
انعكاس واحد فخط * ط ح * ح ل * ه ب * فيه ايضا فاذا خرج * ه ب *
فى جهة * ب * قطع * و ح * وليكن على * ش * وكذا يقطع * ه ج *
ط و * وليكن على * ت * فش ت * خيالا * ح ط * ونصل * ش ت *
ب ج * فب ج * فى سطح مثلث * ه ش ت * و ب ج * وتر فى دائرة

ب ر ج * و * ر * على محيط الدائرة * فز * خارجة عن مثلث * ه ب ج *
و * ق * خارجة عن سطح دائرة * ب ج * لانها على خط * ا ر * وابعد
عن خط * ه د * من * ر * فهى خارجة عن مثلث * ه ب ج * ونصل
ه ق * فهو خارج عن المثلث وخيال * ك * هو على * ه ق * اذا امتدت
فى جهة * ق * وعلى العمود الخارج من نقطة * ك * على * ر ا * وليكن
ك لا * فك لا * يلقى * ه ق * تحت * ا ر * فليكن على * لا * فلا * خارجة
عن مثلث * ه ش ت * ومن وراء * ش ت * بالقياس الى * ه * و * لا *
خيال * ك * و ش ت * خيالا * ح ط * فخيال * ح ط * خط يمر بنقطة
ش * لا ت * مثل خط * ش * لا ت * فهو محدب تحديبه يكون ظاهرا
لما بيناه فى خيالات الكرية من ان البصر اذا كان خارجا عن سطح الخط المقوس
فان تحديبه يكون بينا *

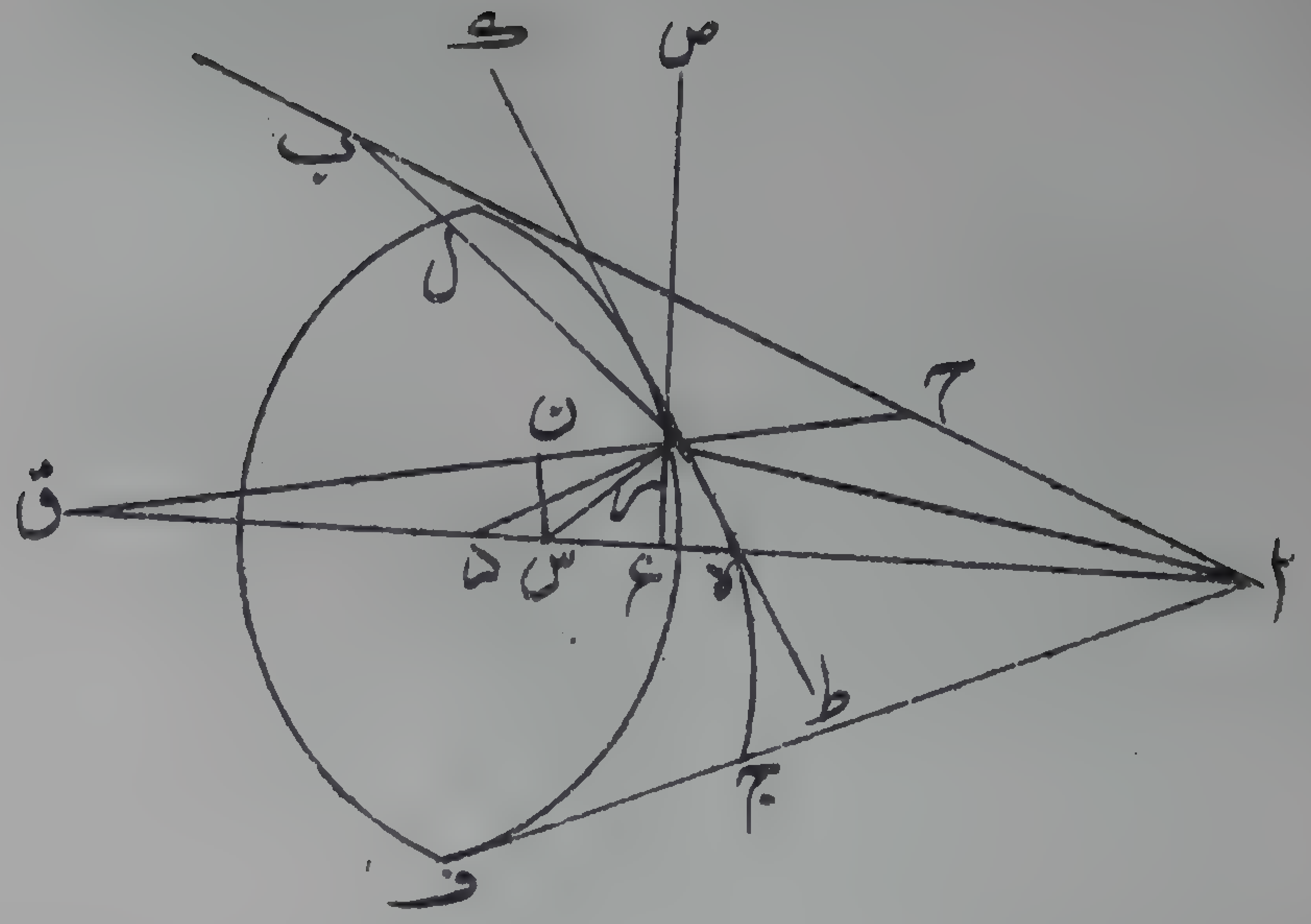
اعتبار

واذا اعتمد المعتبر عودا مستقيما مستدقا وعارض به المرآة وجعل طول المرآة
ممتدا فى الجهة المقابلة للبصر ونظر فى المرآة فانه يرى صورته محدبة تحديبا
ظاهرا * الفصل السادس

(و) وايضاً فان زاوية * ب ه د * مثل زاوية * ج ه د * فمثلثا * ش ه و *
ت ه و * متساويان لان زاويتى * ش ه و * ت ه و * متساويتان فخطا
ش و * ت و * متساويان وكذلك * ح و * ط و * فش ت * يوازى
ح ط * فش ت * اصغر من * ح ط * فقطر خيال * ح ط * اصغر منه *

(الشكل -- ١٠٩)

الشكل ١٠٩



حاصل الفصل

فالخطوط المستقيمة الموازية لطول المرآة يدركها البصر فيها فى كثير من الاحوال مستقيمة او قريبا منها وكذلك الخطوط القائمة على سطحها والمائلة التى فى السطح المار بالسهم وفى كثير من الاحوال يراها محدبة تحديبا يسيرا اذا كانت خارجة عن السطح المار بالسهم وتكون مقادير اقطار الخيال قريبة من مقادير الخطوط والخطوط الموازية بعرض المرآة تكون صورها ابدا محدبة تحديبا ظاهرا واقطار صورها اصغر من الخطوط والخطوط التى فيما بين هذين الوضعين فان ما كان منها اقرب الى الخطوط الموازية للسهم يكون تحديب صورها اقل ومقاديرها اقرب الى مساواة الخطوط وما كان اقرب الى الموازية لعرضها فتحديب صورها اكثر ومقاديرها اصغر وكلما قربت الخطوط من سطح المرآة كانت اقطار خيالاتها اعظم وكلما بعدت كانت اصغر للعلة التى ذكرت فى الكرية من ان المبصر كلما قرب من سطح المرآة كان خياله اقرب اليه فتكون نسبته اليه اعظم فاذا كان المبصر المدرك فى هذه المرآة عريضا وكان طوله موازيا لطولها فان طول صورته يظهر مستقيما ولا يظهر تحديبه ولا ينقص عن طول المبصر نقصانا متفاوتا واما عرض الصورة فانه يوجد ابدا اضيق من عرض المبصر ضيقا محسوسا ويوجد فيه تحديب محسوس ولكن دون الذى يظهر فى الاجسام المستطيلة لما بيناه واذا كان المبصر مستطيلا وكان قائما على سطح المرآة متصلا بها اولا فان صورته تكون منخرطة شبيهة بما تدرك من صورته فى الكرية المحدبة لان صورة القاعدة تكون مطابقة للقاعدة ومساوية لها وصورة الطرف الاعلى اضيق لكون

عرضه موازيا لعرض المرآة وهو بعيد عن سطح المرآة *

تكملة

فاما الاغلاط المركبة فهى فى هذه المرايا على مثل ما هى عليه فى المسطحة والكرية المحدبة *

الفصل السادس

الفصل السادس

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المخروطية المحدبة عشر مقاصد *

حكم مجمل

الاغلاط التى تعرض فى هذه المرايا الانعكاس خاصة شبيهة باغلاط الاسطوانية المحدبة لافرق بينهما سوى ان الصورة فى هذه المرآة تكون منخرطة وما يلى رأس المرآة منها يكون اضيق ونبين ذلك بعد ما يجب تقديمه *

مقدمة

مقدمة

كل قطع من قطوع المرآة المخروطية المحدبة القائمة اذا خرج فى سطحه عمود قائم على السطح المماس للمخروط على نقطة الانعكاس و خرج فى سطحه ايضا خط آخر قائم على خط مماس لمحيط القطع على نقطة ابعد عن رأس المخروط من نقطة الانعكاس فان العمود الثانى اذا خرج على استقامة لقى العمود الاول على نقطة تحت التى على السهم فلتكن المرآة عليها * ابج ورأسها * ا * وليقطع فيها من القطوع التى تنعكس الصور عن محيطها قطع ب ه ج * ولتكن نقطة الانعكاس * ه * و العمود الخارج من نقطة الانعكاس فى سطح القطع * ه د * ود * التى على السهم وليماس خط * طرك القطع على نقطة * ر * وليكن * ر * ابعد عن * ا * من * ه * ونجيز على * ر سطحا

سطحا يوازى القاعدة ولتحدث دائرة * ل رف * فهى تقطع قطع * ب ه ج
ونصل * د ر * ار * اه * ونخرج * اه * حتى يلقى محيط الدائرة على * ع *
فيكون * ع * ابعد عن * ا * من * ه * فاذا اخرج من * ع * عمود على السطح
المماس للمخروط المار بخط * اع * لقى السهم من وراء * د * فليكن على * ق *
ونصل * ق ر * فيكون عمودا على السطح المماس المار بخط * ار * وخط * ك
ر * فى هذا السطح فزاوية * ق ر ك * قائمة ونخرج من * ر * الفصل بين سطح
الدائرة و السطح المماس المار * بار * وليكن * زص * وليكن مركز الدائرة
س * ونصل * س ر * فزاوية * س ر ص * قائمة ونخرج من * س * فى سطح
الدائرة عمود * س ن * على * س ر * فس ن * يوازى * ر ص * و * س ن * عمود
على سطح * ا ز س * لكون زاويتى * ن س ر * ن س ا * قائمتين * فن س * عمود
على سطح * ا ر ك * فر ص * الموازى * لن س * عمود على سطح * ا ر ق *
فر ك * مائل على السطح ونخرج من نقطة * ر * فى سطح القطع عمودا على
ر ك * وليكن * ر ح * ولان * د * فى سطح القطع وليس فى سطحه من
السهم سوى * د * فق * خارجة عن سطحه و * د ر * فى سطحه * فر ق *
خارج عن سطحه و * ز ح * فى سطحه * فر ق * يقطع * ر ح * فر ق *
ر ح * فى سطح غير سطحه قاطع له على * ر ح * فر د * خارج عن سطح
ق ر * ر ح * و * ز ك * عمود على * ر ق * لان * ز ق * عمود على السطح
المماس على * ر * وكذا * ر ك * عمود على * ر ح * فر ك * عمود على
سطح * ح ر * ر ق * ولان سطح * ق ر ح * يقطع سطح * ا ر ق * على
ر ق * وخط * ك ر ط * على * ر * ونقطتا * دك * عن جنبتى سطح * ح
ر ق * فسطح * ح ر ق * يقطع سطح * ك ر د (١) * والفصل بينهما هو

---

(١) ن - ك ز د ا *

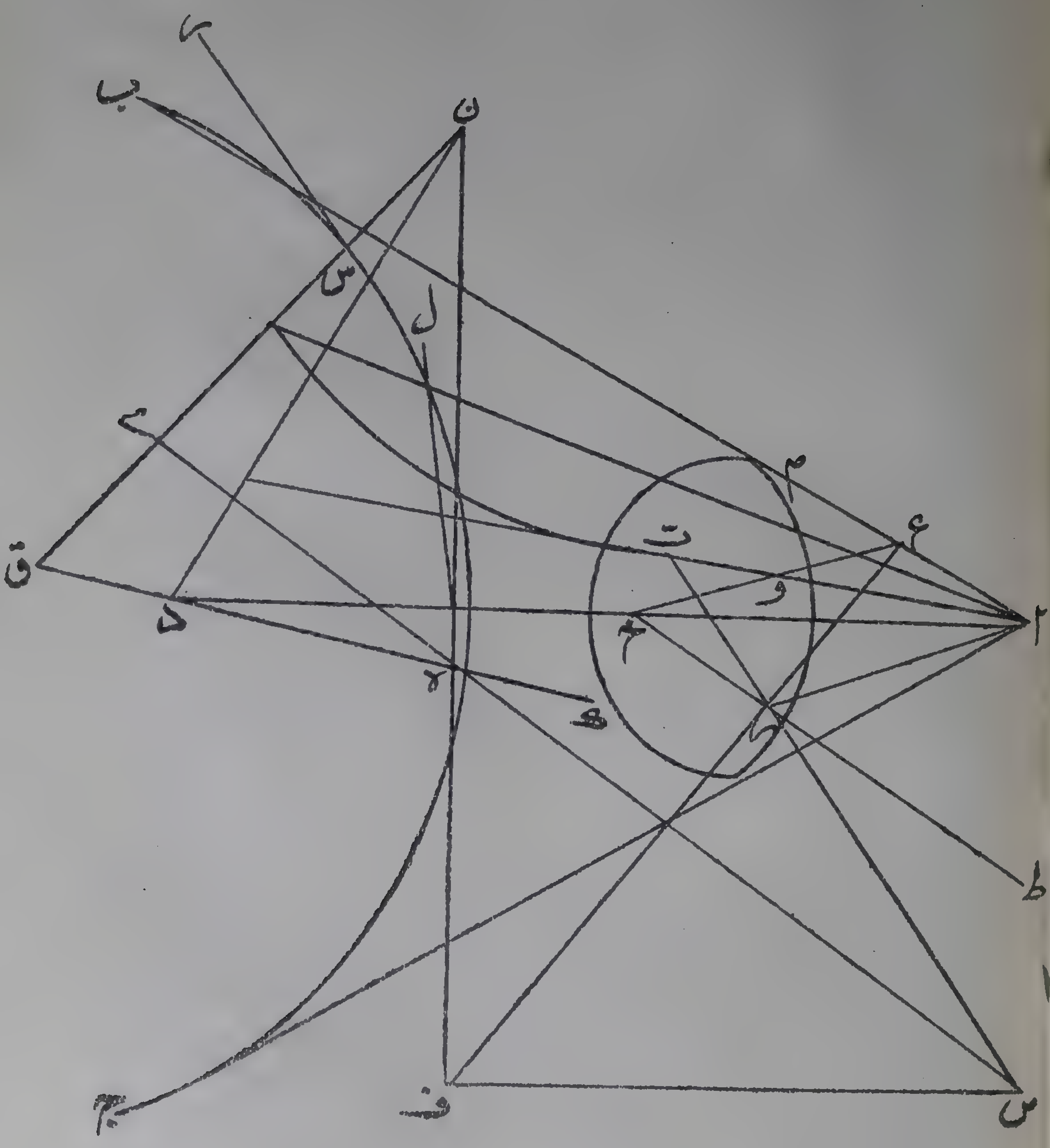
فى سطح * ح ر ق * فهو يحيط مع * رك * بقائمة لان * رك * عمود على سطح * ح ر ق * والفصل متوسط بين خطى * ك ز * ز د * فزاوية * ك ر د * منفرجة و * ح ر * هو فى سطح * د ز * رك * اعنى سطح القطع وعمود على * رك * فاذا اخرج فى جهة * ر * قطع زاوية * د ز ك * ويلقى * ه د * لما تبين فى شكل (يط) من المقالة الخامسة من فصل الخيال فيلقاه تحت نقطة * د * وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١١٠ ﴾

(ا) واذا تبين ذلك فنقول ان الخطوط المستقيمة المارة برأس هذه المرآة المائلة على سهمها اذا ادركها البصر فيها فان صورتها تكون محدبة تحديبا يسيرا فلتكن المرآة * ا ب ج * ورأسها * ا * وسهمها * ا د * ونخرج فى سطحها خط * ا ر * كيف اتفق ونجيز على * ز * سطحا موازيا للقاعدة فتحدث دائرة ولتكن * ز * ونخرج من نقطة * ر * عمود * ر ح * على ا د * وليكن * ح * على السهم ونخرج من * ر * ر م * مماسا للدائرة ونخرج من * ا * خطا يحيط مع كل واحد من خطى * ا ز * ا ح * بزاوية حادة ويكون مرتفعا عن السطح المماس المار * با ر * وليكن * ا ع *

(اقول) وطريقه ان نقيم على نقطة * ا * من * ا د * عمودا على السهم فى سطح * ا ر ح * ولنفرضه * ا ز * ثم نميله فى ذلك السطح بعينه على * ا د * نحو * ح * بحيث يبقى مرتفعا عن السطح المماس على * ا ر * فتصير الزاويتان اللتان يحيط بهما خطا * ا ح * ا ر * مع * ا ر * حادتين ثم نثبت خط * ا ح * و ندير عليه سطح * ع ا ح * قدرا لا تصير له زاوية * ر ا ح * قائمة ولينته عند وضع * ع ا ح * المرسوم فتكون الزاويتان حادتين * و ا ع * مرتفعا *

(قال)

الشكل ١١



(قال) ونخرج من نقطة * ح * فى سطح * ح اع * خطا يحيط مع * ح ا * فى جهة * ا * بزاوية مثل * رح ا * فيلقى * اع * لان الزاويتين اللتين عند اح * حادتان وليكن على * ع * فيمر بمحيط دائرة * ر * ولان زاوية اح ر * مثل * اح ع * فليكن بنقطة * ز * ونخرج * اع * على استقامة ونخرج عمود * ح ر * الى * ط * ونصل * ع ر * ونخرجه الى * ف * ونخرج * از * الى * ه * فلان * ع ر * يقطع السطح المماس المار * با ر * فر ف * تحت الفصل بين سطح * ع زه * والسطح المماس والفصل يحيط مع رح * بقائمة فزاوية * ع رح * منفرجة فزاوية * ف رح * حادة فزاوية ف ره * حادة *

(اقول) هذه الملازمة غير بينة لكن زاوية * ع زا * حادة لان خط ع ز * لو كان في سطح دائرة * ر و * مثل * م ز * لكانت حادة فلما كانت ع * خارجة عن سطح الدائرة فى جهة * ا * كانت * ع ر ا * حادة فف ره * حادة *

(قال) فنفرض على خط * ر ف * نقطة * ف * كيف اتفقت ونخرج من ف * عمود * ف ه * على * اه * ونخرجه فيلقى * اع * لان زاوية ع اه * حادة فليلقه على * ن * ونخرج من * ه * ه د * موازيا * لرح * فه د * ايضا عمود على السطح المماس المار * باه * ونخرج من * ه * ه ل * موازيا لزم * ونخرج سطح * ل ه * ه د * (١) فهو يحدث قطعا لان السطح مائل على السهم وليكن قطع * ب ه ج * فلان * م ر * عمود على سطح * ا رح * فل ه * عمود على سطح * اه د * فزاوية * اه ل * قائمة وزاويتا * اه ن * اه د * قائمتان فخطوط * ل ه * ن ه * ده * فى سطح واحد هو سطح القطع

---

(١) زيادة من ليدن موازيا * لزم * ونخرج سطح * ل ه * ه د ☆

فكذا خط * ف ه ن * ونخرج من * ف * ف ص * موازيا * لده فيوازى * ح ر * ونخرج من * ر * فى سطح * ع ز ح * خطا يحيط مع ر ط * بزاوية مثل * ع ر ط * فيلقى * ف ص * وليكن على * ص * فتكون الزاويتان اللتان عند نقطتى * ف ص * متساويتين لمساواتهما للتين عند * ر * فص ر * ف ر * متساويان وقد مر ان * ف ه ن * فى سطح القطع و * ف ص * يوازى * ه ذ * فهو فى سطح القطع ونصل * ص ه * فيكون فيه ايضا ونخرج * د ه * الى * ك * فلان * ه ا * عمود على سطح القطع فكل من زاويتى * ا ه ص * ا ه ف * قائمة و * ص ر * ف ز * متساويان * فص ه * ف ه * متساويان فزاويتا * ه ص ف * ه ف ص * متساويتان فزاويتا * ص ه ك * ن ه ك * متساويتان فصورة * ن * تنعكس الى * ص * من * ه * وصورة * ع * من * ر * وكل خط يخرج من ف * الى نقطة من خط * ا ن * فانه يقطع * ا ه * ويتبين ان الواصل بين * ص * ونقطة التقاطع مثل الواصل بين * ف * وبينها * لان * ا ه * عمود على سطح * ص ه * ف ه * اعنى سطح القطع وخطا * ص ه * ف ه * متساويان فكل خطين يخرجان من ص ف * الى نقطة من * ا ه * فهما متساويان فيتبين ان النقطة التى على * ا ن * تنعكس صورتها الى * ص * من تلك النقطة التى على * ا ه * وكذلك حال كل نقطة من التى على * ا ن * من وراء * ن *

حاصل

فقد تبين ان خط * ا ن * ومايتصل به تنعكس صورته عن هذه المرآة الى نقطة * ص * من خط مستقيم وكذا كل خط مستقيم مائل على سطح المرآة

مار * با *

(اقول) وكذا كل خط يوازى الخط المائل المار برأسها وبالجملة كل خط يكون مع السهم فى سطح واحد *

المقصد الثانى

(قال - ب) ونصل * ن د * فيقطع محيط القطع وليكن على * س * وخط * ن د * فى سطح مثلث * اع ح * فنقطة * س * فى سطح المثلث فنقط * ا * و * س * فى سطح المثلث و هى فى سطح المخروط فهى على الفصل بينهما وهو خط مستقيم فنخرج * ا و * فينتهى الى * س * ونخرج * ص ر * فيقطع * ع ح * وليكن على * ت * فنقطة * ت * فى سطح مثلث * اع ح * فنصل * ا ت * ونخرجه حتى يقطع * ن د * وليكن على * خ * فلان * ف * تحت المماس المار بخط * ا ه * يكون * ن ه د * حادة و * د ه ن * منفرجة فزاوية * ه د س * حادة وليكن * س ر * يماس القطع فتكون زاوية * د س ر * منفرجة بالشكل المتقدم و يكون العمود الخارج من س * على * س ر * ملاقيا * له د * تحت * د * واذا كان هذا العمود يقطع ن د * على * س * فالعمود الخارج من * ن * على الخط المماس للقطع يقطع القطع على نقطة ابعد عن * ه * من * س * لان هذه الاعمدة تلتقى من وراء محيط القطع فالعمود الخارج من نقطة * ن * على الخط المماس للقطع لا يقطع زاوية * س ن ه * فيكون ابعد عن * ن ه * من * ن س * فليكن * ن ق * وليكن * ق * على * ه د * ولان * ص ه * يقطع * ه ق * ومحيط القطع وهو فى سطح القطع وعمود * ن ق * فيه ايضاً فاذا اخرج ص ه * قطع * ن ق * وليكن على * ى * وسطح * ا ن د * يقطع القطع لان نقطة * ه * خارجة عن سطح * ا ن د * لكون * ا ه * عمودا على سطح

القطع* ف ن د * هو الفصل بين سطح* ا ن د * والقطع و* ف ق(١)* يلقى القطع على نقطة من وراء * س* فن ق * من وراء سطح * ا ن د * فنقطة ى* من وراء خط * ا ت خ * فاذا كان البصر حيث * ص * وكان * ا ع ن * فى مبصر كانت * ت * خيال* ع * و * ى * خيال * ن * و * ا * ترى فى موضعها لانها رأس المخروط وكان خيال* ا * ع ن * خطا عر بنقطة ا * ت ى * ويكون محدبا وليكن خط * ا ت ى *

الفصل الثالث

(ج) واذا تبين ان جميع نقاط* ان* تنعكس صورها الى* ص* من خط *ا ه * نخطوط الشعاع التى عليها تنعكس صور نقاط * ا ن * جميعها فى سطح مثلث* ص ر ه * وما يتصل به نخط * ا ت ى* المحدب هو فى هذا السطح ونصل * اى* فيكون * ا ى * من وراء * ا ت * بالقياس الى البصر فحدبة الخيال تلى البصر فيكون تحديب الخيال المذكور يسيراً وقطره اصغر من الخط بمقدار يسير * ﴿الشكل -- ١١١﴾

الحاصل

فالخطوط المستقيمة الخارجة من رأس المخروطية المائلة على السهم يكون انعكاس صورها عن خطوط مستقيمة وخيالاتها محدبة تحديبا يسيرا وذلك ما اردناه *

الفصل الرابع

(د) واما الخطوط الموازية لعرض المرآة المخروطية المحدبة فان صورها تنعكس عن خطوط محدبة فى سطح المرآة يتبين ذلك كما تبين فى الاسطوانية المحدبة *

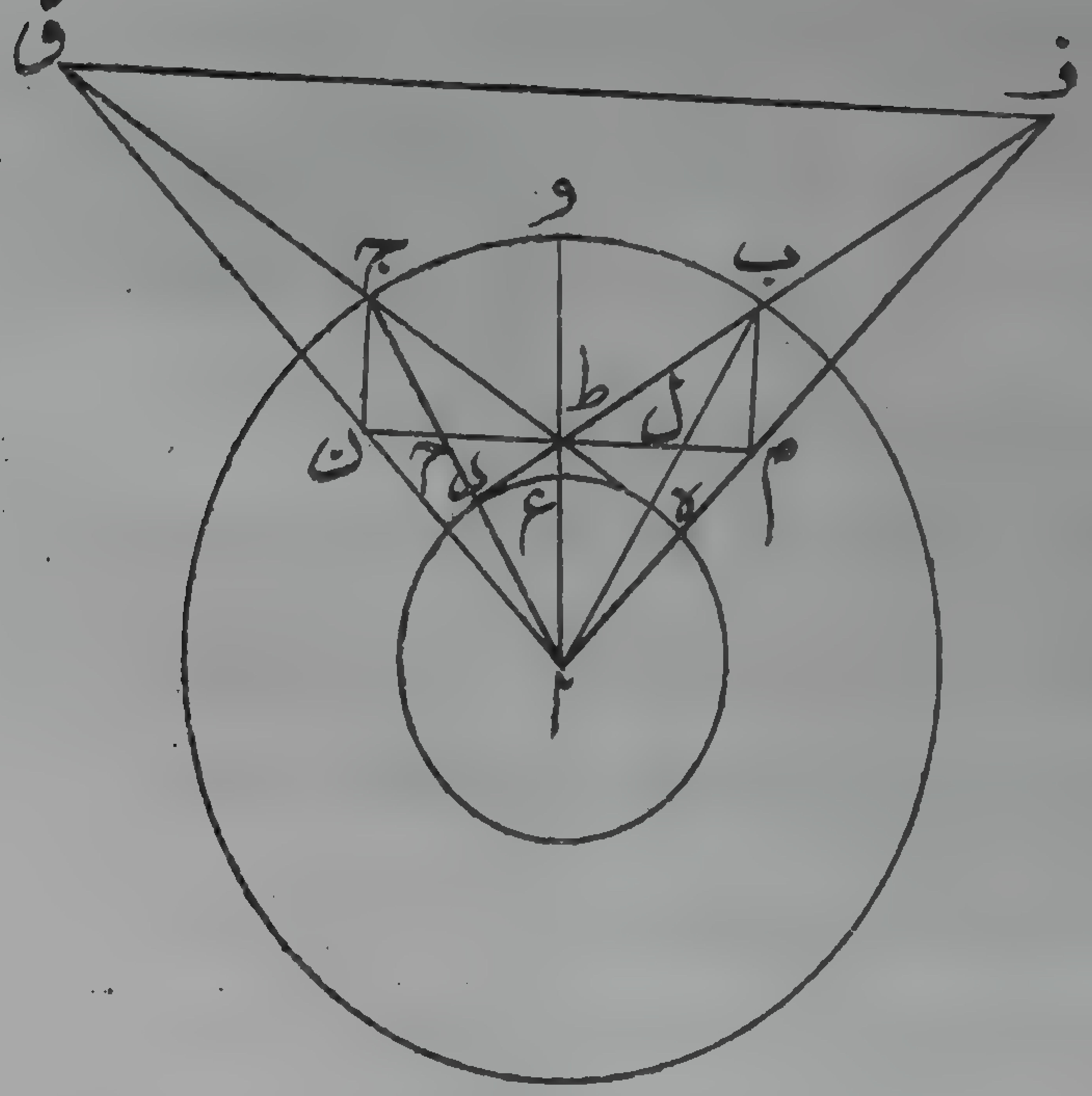
الفصل الخامس

(ه) وخيالاتها تكون محدبة تحديبا محسوسا مفرطا لكون البصر خارجا عن السطوح التى فيها تحديباتها *

---

(١) ن— نق ☆

الشكل ١١١



(و) واقطار الخيالات اصغر بكثير من الخطوط *

المقصد السابع

(ز) وما كان من الخطوط فما بين الوضعين مما قرب وضعه من وضع الخطوط الطولية يكون يسير التحديب و بحسب بعد الوضع عن الوضع يتزايد شدة التحديب *

المقصد الثامن

(ح) والخطوط المعترضة ماكان منها اقرب من رأس المخروط فان صورته اضيق واصغر و اشد تحديبا والتى تلى القاعدة بخلاف ذلك لما تبين فى خيالات الكرية المحدبة وكذا القطوع ماكان منها يلى رأس المخروط فانه يكون اصغر واضيق فتكون الخيالات اصغر فلذلك تكون الصور المدركة فى المرآة منخرطة ماكان منها يلى رأس المرآة فانه يكون اضيق ويكون تحديب عرض الصورة محسوسا الا ان المبصر ان كان مستطيلا كان التحديب اظهر وان كان عريضا كان التحديب اخفى والانخراط ظاهرا *

(ط) وكلما قرب المبصر من المرآة عظمت صورته لما تبين قبل ان المبصر اذا قرب من المرآة عظم خياله واذا بعد صغر *

حاصل الفصل

فقد صح ان اغلاط هذه المرايا تزيد على اغلاط الاسطوانية المحدبة بهذا المعنى فقط وهو انخراط الصورة واستدقاقه نحو رأس المخروط *

المقصد العاشر

(ى) وبالجملة فان صورة المبصر المدرك بالانعكاس يكون فيها ابدا شبه من صورة سطح المرآة الذى عنه انعكست الصورة لان موضع الخيال يتقوم ابدا من هيئة سطح المرآة و موضع التقاء الاعمدة فلهيئة السطح ابدا حظ فى صورة المبصر *

تكملة

واما الاغلاط المركبة فكماهى فى المرايا المتقدمة *

الفصل السابع

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا الكرية المقعرة عشرة مقاصد

قول مجمل

جميع الاغلاط التى تعرض فى المرايا السابقة تعرض فى هذه المرآة وتختص هى باغلاط اخر وذلك ان مقدار المبصر فى المرايا المحدبة يدرك اصغر مما هو فى اكثر الاحوال وفى الكرية المقعرة كثيرا مايدرك اصغر و مساويا واعظم والمبصر الواحد يرى فى المرايا السابقة ابدا واحدا وفى هذه المرآة يرى واحدا واثنين وثلثة واربعة وكذلك ترتيب اجزاء المبصر يدرك فى السابقة على ماهو عليه وفى هذه بخلاف ذلك فى كثير من الاوضاع وهذان المعنيان اعنى ادراك المبصر الواحد واحدا وترتيب اجزاء المبصر مما يقع الغلط فيه فى المقعرة دون المسطحة والمحدبة فلنبين جميع ذلك - اما العدد فقد تبين في فصل الخيال انه كيف يقع فيه الغلط وكيف يرى الواحد اثنين اوثلثة اواربعة واما ترتيب الاجزاء فللغلط فيه وجوه منها ماتبين فى فصل الخيال ايضا ان صورة النقطة الواحدة قد تنعكس من محيط دائرة وان المبصرات التى خيالاتها من وراء البصر او حيث مركز البصر او بعضها من وراء البصر او حيث مركز البصر و بعضها قدام البصر تظهر مشتبهة غير محققة فليس ترتيب اجزاء صورها كترتيب اجزاء انفسها واذا اعتبر هذا المعنى وجد كما ذكرنا فقد بقى ان نبين ان المبصر فى هذه المرآة قد يكون اعظم ومساويا و اصغر ومنكوسا ومنتصبا وقد يدرك المستقيم مقعرا او محدبا و مستقيما والمحدب والمقعر

ايضا

ايضاشبيها به بخلاف ما هو *

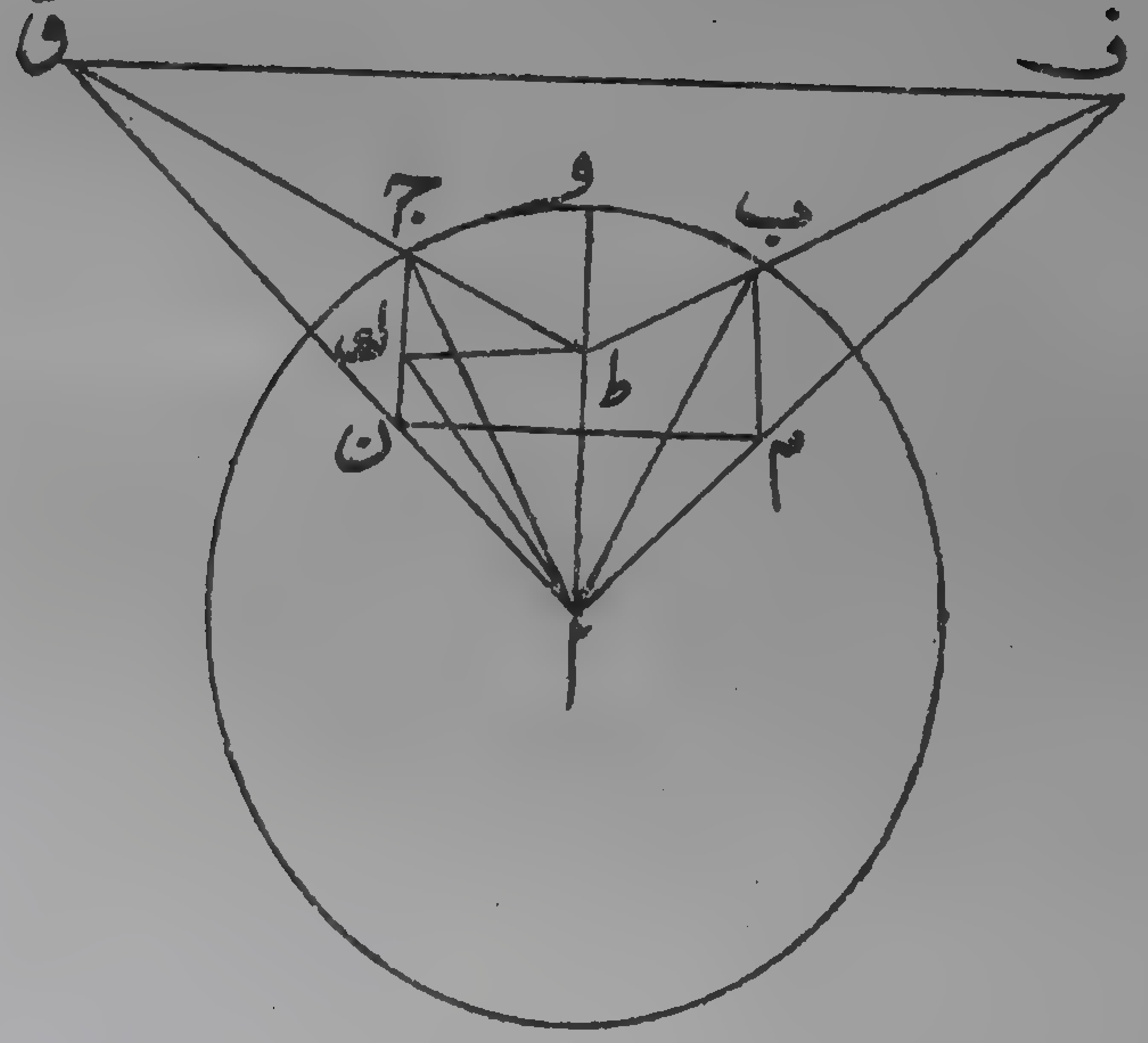
(١) فلتكن مرآة كرية مقعرة مركزها * ا * وعليها عظيمة * ب ج * ونخرج فيها * ا د * كيف اتفق وننصفه على * ع * ونجعل * ا * مركزاً ونبعد * ا ع * دائرة * ه ر * ونفرض على * ع و * نقطة * ط * كيف اتفقت ونخرج من * ط * عمود * ط م ن * على * ا و * ونخرج من ط * ط ه * ط ر * مماسان الدائرة على * ه ر * ونصل * ا ه * ا ر * وننفذهما الى * ب ج * ونصل * ط ب * ط ج * ونخرج * ب م * يوازى * ا ط و * ج ن * كذلك ونصل * ا م * ا ن * ونخرجهما فلان * ا ع * مثل * ع و يكون * ا ه * مثل * ه ب * و * ا ر * مثل * ر ج * ولان * ط ه * مماس * فهو عمود على * ب ا * وكذلك * ط ر * على * ج ا * فب ط * مثل * ط ا * وكذلك * ج ط * مثل * ط ا * وزاوية * ط ب ا * مثل * ط ا ب * و ط ج ا * مثل * ط ا ج * ولان * ب م * يوازى * ا ط * فزاوية * م ب ا مثل * ب ا ط * فزاوية * م ب ل * مثل * ل ب ط * وكذلك زاوية ط ج ح * مثل * ح ج ن * فاذا كان البصر حيث نقطة * ط * وكان خط * م ن في مبصر فان صورتى * م ن * تنعكسان اليه من نقطتى * ب ج * وصورة خط * م ن * من قوس * ب ج * ولان * م ن * عمود على * اط * فزاوية ال ط * حادة فزاوية * ب ل ط * منفرجة وزاوية * م ب ل * مثل ل ب ط * فط ب * اعظم من * ب م * فا ط * اعظم من * ب م * وهما متوازيان فخطا * ط ب * ا م * يلتقيان وليكن على * ف * فنقطة * ف خيال * م * وكذلك تبين ان * ط ج * ان * يلتقيان وليكن على * ق * ويكون * ق * خيال * ن * ونصل * ف ق * فيكون خيال * م ن * فلان

ط ه * ط ر * متساويان فزاوية * ط اب * مثل * ط اج * و * ب م * مثل ج ن * فطب * مثل * طج * و * ام * مثل * ان * و نسبة * اف (١) الى * ف م * كنسبة * اط * الى * ب م * ونسبة * اق * الى * ق ن * كنسبة اط * الى * ج ن * اى * بم * فنسبة * اف * الى * فم * كنسبة * اق الى * ق ن * و * ام * مثل * ان * فاف * مثل * اق * فخط * ف ق * مواز لم ن * فف ق * اعظم من * م ن * فالبصر يدرك * م ن * اعظم و ذلك ما اردناه

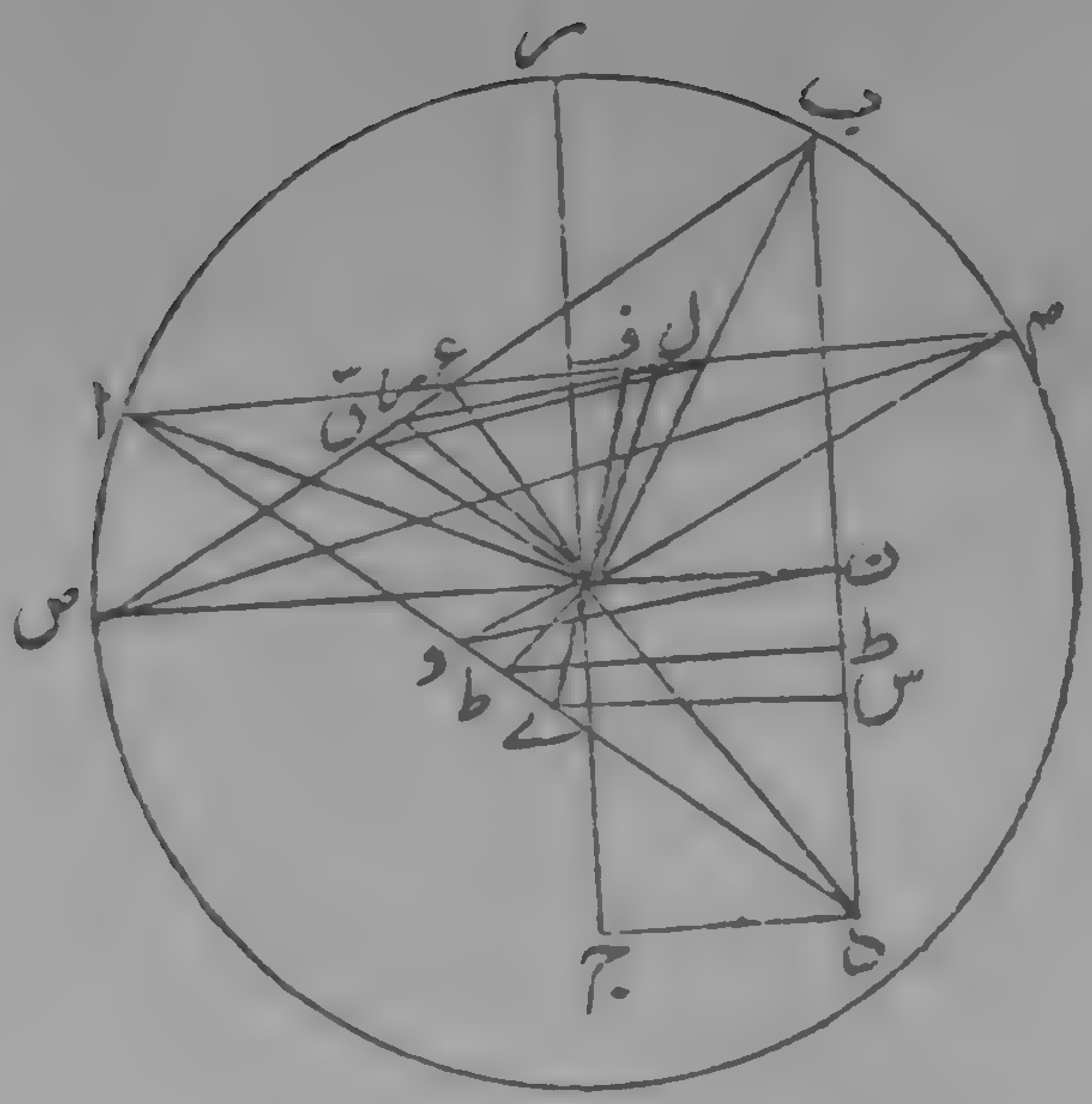
﴿ الشكل -- ١١٢ ﴾ ولنعد دائرة * ب ج * وخطوط اط * و اب * اج * ط ب * ط ج * و نخرج من * ط * عمود * ط ك على سطح دائرة * ب ج * ونصل * خطوط * ك ا * ك ب * ك ج * فيكون سطحا * ك ب ا * ك ج ا * من سطوح الانعكاس والفصلان بينهما وبين الكرة عظيمتين تنعكس الصور عن محيطهما ونخرج * ب م * في سطح * ب ا ك موازيا * لا ك * ونجعله اصغر من * ا ك * ونصل * ام * ونخرجه ونخرج ك ب * فهما يلتقيان وليكن على * ف * ونخرج * ج ن * في سطح * ج ا ك موازيا * لك ا * ومساويا * لب م * و نصل * ان * و نخرجه و نخرج ك ج * فهما يلتقيان وليكن على * ق * ونصل * م ن * ف ق * فلان * ب ط مثل * ط ا * فب ك * مثل * ك ا * و كذلك * ج ك * مثل * ك ا * فب ك (٢) * مثل * ج ك * وزاوية * ك ب ا * مثل * ك ج ا * و * ك اب مثل * ك ب ا * و * ك ج ا * مثل * ك اج * فزاوية * اب م * مثل اب ك * و * اج ن * مثل * اج ك * و * اب م * مثل * اج ن * و * ب م * مثل * ج ن * فام * مثل * ان * فاف * مثل * اق * فخطا * ف ق م ن * متوازيان * فف ق * اعظم من * م ن * فاذا كان البصر حيث نقطة

(١) ن — اط ☆ (٢) ن — فن ك *

الشكل ١١٢



٢الشكل ١١٣



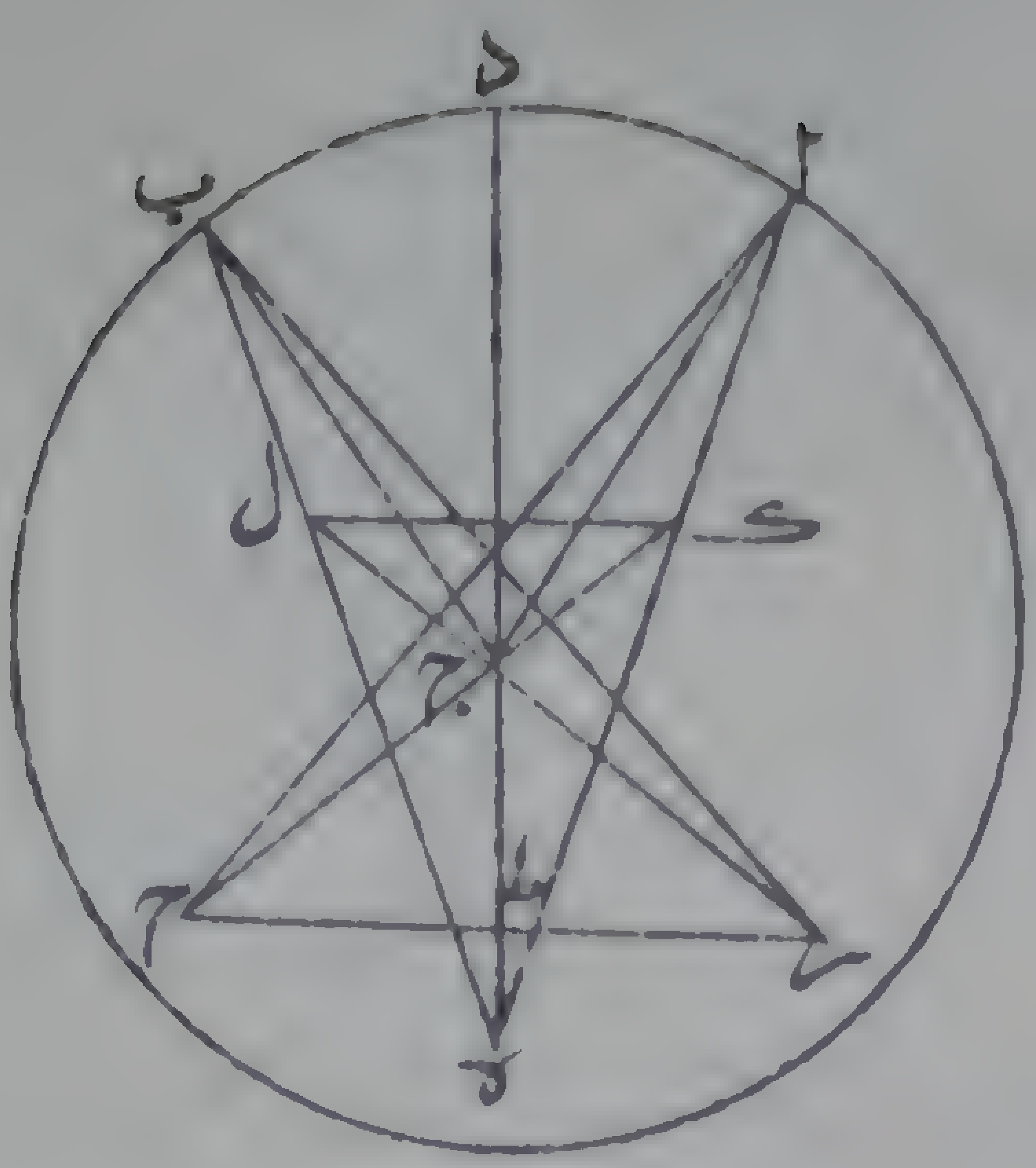
ك * وادرك * م ن * فى المرآة فان صورتى * م ن * تنعكسان اليه من
نقطتى * ب ج * فى سطحى العظيمتين المارتين بنقطة * ا ب ك * و نقطة
اج ك * ويكون * ف * خيال * م * و * ق * خيال * ن * و * ف ق * خيال * م
ن * فيدرك * م ن * اعظم مماهو وذلك مااردناه ﴿ الشكل - ١١٣ ﴾
واذا اثبتنا خط * ا و * وادرنا جميع الشكل دورة تامة رسمت نقطة
ك * دائرة قائمة على * ا و * وتكون كل نقطة من تلك الدائرة
وضعها عند خط نظير * لم ن * كوضع * ك * من * م ن * فاذا كان البصر
حيث تلك النقطة فانه يدرك النظير اعظم و كذلك ان اخرجنا * ط ك
وفرضنا عليه نقطة غير * ك * فان الخط النظيرى اعظم وذلك ما اردناه *
(ب) ولتكن المرآة عليها * اب * ومركزها * ه * ولتكن دائرة * ا ب *
عظيمة فيها ونخرج من * ه * فى سطح الدائرة خط * ره * كيف اتفق
وننفذ * ه * الى * ج * ونخرج من * ج * عمود * ج د * على سطح
الدائرة ونفرض عليه * د * كيف اتفق ونصل * د ه * ونخرجه الى * ع *
ونخرج * ه ب * يحيط مع * ه د * بزاوية منفرجة ونخرج * ه ا *
يحيط مع * ه د * بزاوية مثل * ب ه د * ونصل * د ا * د ب * فيكون
سطحا مثلثى * د ا ه * د ب ه * متقاطعين على * د ه * وزاويتا * د ب ه *
د ا ه * متساويتين وكل منهما حادة ونخرج من * ب * خط * ب ع *
فى سطح مثلث * ب ه د * يحيط مع * ه ب * بزاوية مثل * د ب ه *
فهو يلقى * د ه * لان الزاويتين اللتين عند * ب ه * حادتان وليكن
على * ع * ونخرج ايضا من * ا * خطا فى سطح مثلث * ا ه د * يحيط مع
ه ا * بزاوية * مثل * د ا ه * فهو يلقى خط * د ه * على نقطة * ع * ونخرج

الفصل الثانى

عمود * ه ط * على * ه ب * ونخرجه فى جهة * ه * فهو يلقى * ب ع *
وليكن على * ح * فط ه * مثل * ه ح * وكذا نخرج * ه ك * عمودا على
ه ا * ونخرجه فى جهة * ه * فهو يلقى * اع * وليكن على * ل * فك ه *
مثل * ه ل * ونصل * ط ك * ل ح * فيكونان متساويين فاذا كان
البصر حيث * د * وادرك * ل ح * فى مرآة * ا ب * كان * ط * خيال
ح * و * ك * خيال * ل * و ط ك * قطر خيال * ل ح * وهو مساوله واذا
اثبتنا خط * ج ر * وادرنا جميع الشكل رسمت * د * دائرة و تكون
كل نقطة من محيطها اذا جعل البصر عليها امكنه ان يدرك نظير الخط
ل ح * ويكون خياله مثله وكذلك ان جعل البصر على * ع * والمبصر
ك ط * د * لكن البصر اذا كان حيث * د * والمبصر * ل ح * كان الخيال
منكوسا ان كانت * ح * متيامنة * فط * تكون متياسرة وبالعكس وان
كانت * ح ا * على الخط كانت * ط * اسفل الخط * ه * واذا كان المبصر
ط ك * والبصر * ع * والخيال * ل ح * كانت الصورة مستوية لان
خيال * ل ح * يكون خلف البصر ويدركه البصر قدام كما تبين فى فصل
الخيال فيدرك * ح * التى هى خيال * ط * على خط * ب ع * و * ل *
التى هى خيال * ك * على * اع *

(ج) وايضا فانا نخرج * ب ح * الى * ص * ونصل * ص ه * فزاوية
ص ه ب * منفرجة ونخرج * ص ه * الى * ن * فص ب * اعظم من
ب ن * ونسبة * ص ب * الى * ب ن * كنسبة * س ه * الى * ه ن *
فص ه * اعظم من * ه ن * ونخرج * ا ل * فى جهة * ل * ونجعل * ام *
مثل * ب ص * ونصل * م ه * وننفذ * ه * الى * و * فيكون * م ه *

الشكل ١١٤



اعظم من * ه و * ونصل * م ص * ن و * فيكون * م ص * اعظم من
ن و * فاذا كان البصر حيث * د و * ادرك * م ص * كان * ن و *
قطر خيال * م ص * واصغر من * م ص * واذا كان البصر حيث * ع *
وادرك * ن و * كان * م ص * خياله واعظم منه واذا كان المبصر * م ص *
و الخيال * ن و * كان الخيال منكوسا واذا كان المبصر * ن و * و الخيال
م ص * كان مستويا ﴿ الشكل - ١١٤ ﴾

(د) و ايضا فانا نفرض على خط * ع ح * نقطة * ق * ونصل * ق ه *
وننفذه الى * س * ونجعل * ع ف * مثل * ع ق * و نصل * ف ه *
و ننفذه الى * ى * فيكون خطا * س ه * ى ه * اعظم من خطى * ف ه *
ق ه * و * س ى * اعظم من * ف ق * فاذا كان البصر حيث * ع *
وادرك * س ى * كان * ف ق * خياله وهو اصغر منه و ترى * ف ق *
على خط * اع ب * فتكون الصورة قدام البصر و مستوية
و اذا كان البصر حيث * د * و ادرك * ف ق * كان * س ى *
خياله و هو اعظم منه * و كانت الصورة قدام البصر ومنكوسة
و ذلك ما اردناه *

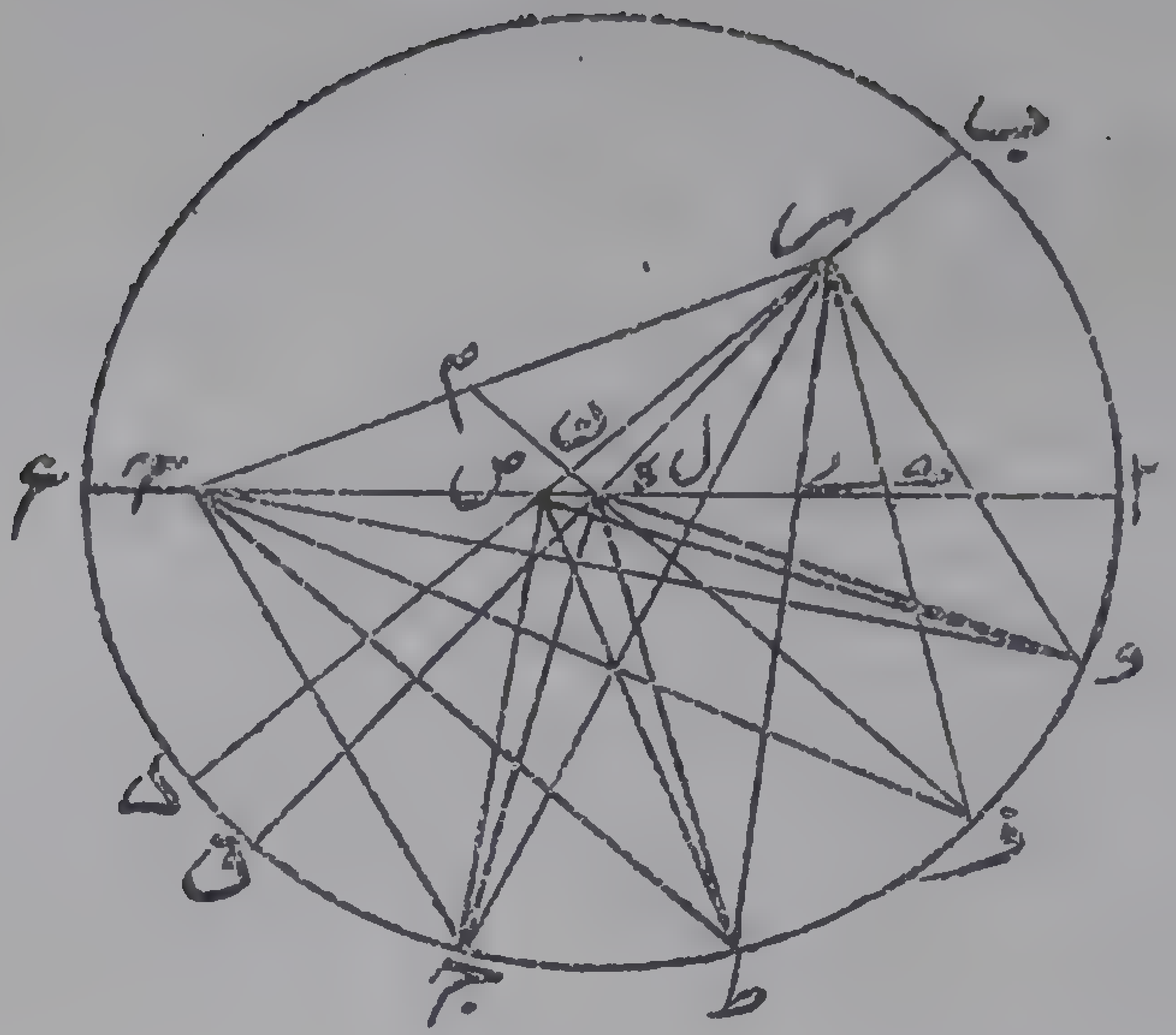
(ه) و ايضا فلتكن مرآة كرية مقعرة عليها * اب * و مركزها * ج *
و عليها عظيمة * اب * و نخرج فيها قطر * ج د * كيف اتفق وننفذه
فى جهة * ج * الى * ه * وليكن مركز البصر حيث * ه * و * ط * على
سطح البصر و نخرج عمود * رطه * على * ده * ونجعل * رط * مثل
طع * و ليدرك بصر * ه * نقطة * ح * من * ا * فتكون نقطتا * اح *
عن جنبتى * ده * لانهما لو كانتا فى جهة واحدة عنه كان الخط الخارج من

الفصل الرابع

الفصل الخامس

مركز المرآة الى نقطة * ا * لا يقسم الزاوية التي يحيط بها خطا الشعاع
ونصل * ه ا * ح ا * ج ا * ح ج * ونخرج * ح ج * الى * ك *
فالزاويتان اللتان عند * ا * متساويتان و * ك * خيال * ح * ونجعل قوس
ب د * مثل * د ا * ونصل * ه ب * ر ب * ج ب * ر ج * ونخرج
ر ج * الى * ل * فالزاويتان اللتان عند * ب * متساويتان وبصر * ه *
يدرك * ر * من * ب * و * ل * خيال * ر * ونصل * ك ل * فيكون
خيال * ر ح * ولان خطى * ه ا * ا ح * مثل خطى * ه ب * ب ر *
والزاويتان اللتان عند * ا * كاللتين عند * ب * و * ح ج * مثل * ر ح *
فخطا * ا ج * ج ح * كخطى * ب ج * ج ز * و * ا ح * مثل * ب ر *
والمثلث كالمثلث فزاوية * ا ح ك * مثل * ب ر ل * وزاوية * ح ا ك *
مثل * ر ب ل * فح ك * مثل * ر ل * و * ح ج * مثل * ر ج *
فح ك * مثل * ج ل * فك ل * مواز * لرح * وايضا فان زاوية * ح ج د *
منفرجة فزاوية * ح ج ا * منفرجة واللتان عند * ا * متساويتان * فح ج *
اعظم من * ج ك * وكذلك * ر ج * اعظم من * ج ل * فك ل * اصغر من * ر ح *
فرح * يرى اصغر مما هو وهو فى سطح وجه الناظر واذا اثبتنا خط * ه د *
وادرنا دائرة * ا د ب * حدث من خط * ر ح * دائرة وكذلك من
نقطتى * ا ب * فى سطح المرآة وكان وضع بصر * ه * من جميع اقطار الدائرة
الحادثة من * ر ج * ومن كل قوس نظيرة * لا ب * من القطعة التي تفصلها
الدائرة الحادثة من * ا ب * سواءاً فكل قطر من اقطار سطح وجه
الناظر يدركه بصر * ه * اصغر مما هو فالناظر يدرك صورته اصغر
مما هى ولان * ك * خيال * ح * و * ل * خيال * ز * فيكون الخيال
منكوسا

الشكل ١١٥



منكوسا فالناظر يدرك المتيامن من صورته متياسر او المتعالى متسافلا وكذلك كلما كان مركز المرآة متوسطا بين البصر و سطحها و ذلك ما اردناه * ﴿ الشكل - ١١٥ ﴾

﴿ تنبيه ﴾

ولما كان لبعض المبصرات فى هذه المرآة خيال واحد ولبعضها خيالان وثلثة واربعة فقد تكون للمبصر الواحد خيالات بعضها اعظم منه و بعضها اصغر و بعضها مستو و بعضها منكوس وبعضها مستو *

(و) وايضاً فلتكن المرآة عليها * ا ب * وفيها عظيمة * ا ب د * والمركز * ه * ونخرج فيها قطرى * ا ع * ب د * كيف كانا ولتكن المرآة لاتتجاوز قوس * ب ا د ع * ونفرض على * ب * ه ر * كيف اتفقت و على * ا * ه ك * وليكن * ا ك * اعظم من * ك ه * ونصل * ر ك * وننفذه الى * ف * وتصل * ه ف * ونجعل زاوية * ف ه ح * مثل * ه ف ر * فلان * ف ك * اعظم من * ك ا * فف ك * اعظم من * ك ه * فزاوية * ف ك ه * اعظم من * ه ف ك * اى * ه ف ح * فف ح * يلقى * ك ح * فليكن على * ح * نخطا * ر ف * ف ح * متعاكسان * و ك * خيال * ح * اذا كان البصر حيث * ر * ونخرج خط * ر ل ج * بين خطى * ر ف * ر د * كيف اتفق ونصل * ه ج * ح ج * رح * ونخرج * ف ه * الى * م * فنسبة * ر م * الى * م ح * كنسبة * ر ف * الى * ف ح * و * ر ح * اعظم من * رف * و * ج ح * اصغر من * ح ف * فنسبة * ر ج (١) * الى * ج ح * اعظم من نسبة * ر ف * الى * ف ح * فهى اعظم من نسبة * رم * الى * م ح * فالخط الذى ينصف زاوية * ر ج ح * يقطع خطى * م ح *

(١) ن - * ر ح *

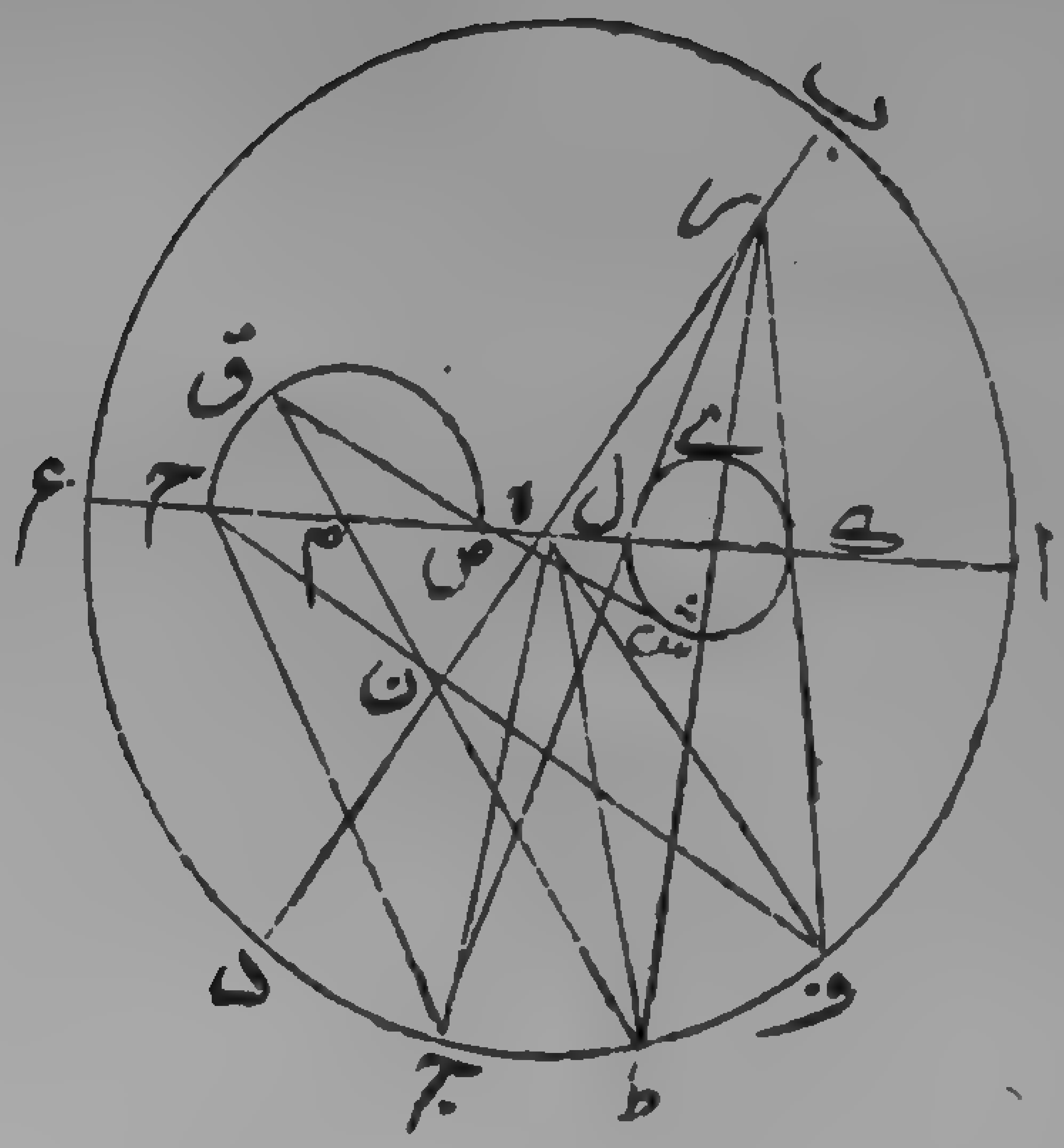
الفصل السادس

ه ح * فزاوية * ح ج ه * اعظم من زاوية * ه ج ر * فنجعل زاوية * ه ج ص * مثل * ه ج ر * فج ص * يقطع * ه ح * وليكن على * ص * فخطا ر ج * ج ص * ايضاً متعاكسان ونقطة * ل * خيال * ص *

(فاقول) ان كل نقطة من * ح ص * تنعكس صورتها الى بصر * ر * من نقطة من قوس * ف ج * ولا تنعكس من غيرها وذلك لما تبين في الشكل السادس والعشرين والسابع والعشرين من فصل الخيال ان صورة شيء من * ه ع * لا تنعكس الى بصر * ر * من قوسى * ا ب * د ع * وقوس ب ع * ليست من المرآة فلا يبقى الا قوس * ا د * وقد تبين في الشكل الرابع والثلثين منه ان صورة كل نقطة من * ه ع * وما يتصل به تنعكس الى ر * من قوس * ا د * على تصاريف الاحوال وفي الشكل الثلثين والخامس والثلثين انه ليست تنعكس صورة النقطة الواحدة من خط * ح ص * الى بصر * ر * من قوس * ا د * الا من نقطة واحدة فصورة كل نقطة من خط ح ص * تنعكس الى بصر * ر * على تصاريف الاحوال من نقطة واحدة من قوس * ا د * ونفرض على * ح ص * نقطة * س * فصورة * س * تنعكس الى * ر * من نقطة واحدة من قوس * ا د * ﴿ الشكل - ١١٦ ﴾

(فاقول) ان تلك النقطة ليست تكون الا من قوس * ف ج * والا فلتكن مثل * و * التي على قوس * ا ف * ونصل * ر و * ه و * س و * ح و * فيكون * ح و * اعظم من * ح ف * ط ر * واصغر من * ر ف * فنسبة ح و * الى * و ر * اعظم من نسبة * ح ف * الى * ف ب * اعني * ح م * الى * م ر * فالخط الذي ينصف زاوية * ح و ر * يقطع * ر م * و * ره * فزاوية * ح وه * اصغر من * ه و ر * فزاوية * س وه * اصغر بكثير من

الشكل ١١٦



ه ور * وايضاً فلتكن تلك النقطة مثل * ق * التي على * ج د * و نصل * ر
ق * س ق * ص ق * رص * ه ق * ونخرج * ج ه * الى * ن * فزق * اعظم
من * رج * و * ق ص * اصغر من * ج ص * فنسبة * رق * الى * ق ص *
اعظم من نسبة * رج * الى * ج ص * اعنى نسبة * ر ن * الى * ن ص *
فالخط الذى ينصف زاوية * ز ق ص * يقطع خطى * ن ص * ه ص *
فزاوية * ص ق ه * اعظم من * ه ق ر * فزاوية * س ق ه * اعظم بكثير من
ه ق ر * فليس تنعكس صورة * س * الى بصر * ر * من قوسى * ج د
اف * فتعين انعكاسها من نقطة من قوس * ج ف * ولتكن * ط * ونصل
س ط * ه ط * ر ط * فلان * ط * بين * ف ج * فخط * ر ط * بين * ر ف
ر ج * فيقطع * ك ل * وليكن على * ى * فنقطة * ى * خيال * س * وليس
لس * خيال آخر وكذلك يتبين ان خيال كل نقطة من * ح ص * نقطة
من * ك ل * و * ك ل * خيال * ح ص * و * ك ل * ح ص * خطان مستقيمان
فبصر * ر * يدرك * ح ص * المستقيم مستقيما وذلك ما اردناه *

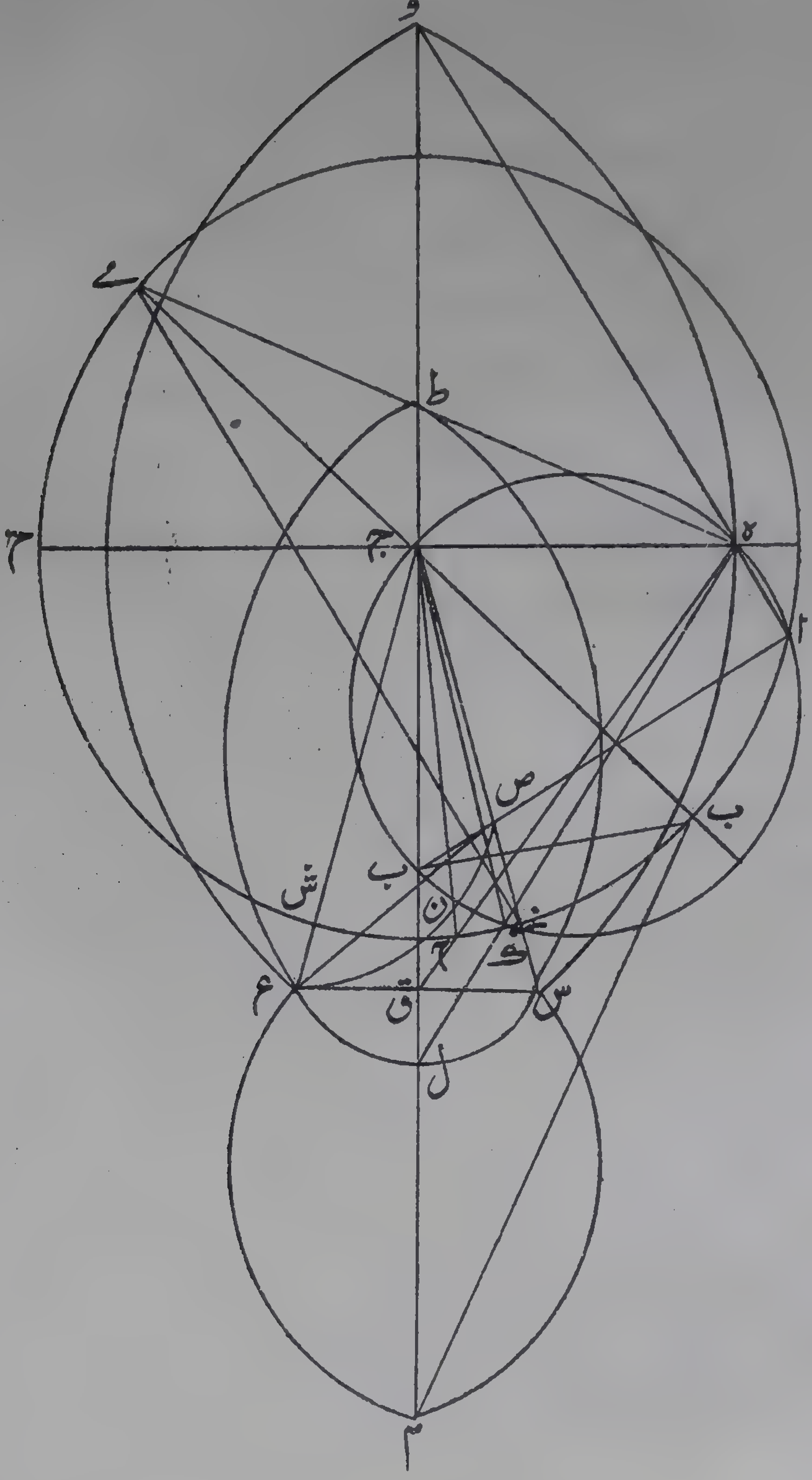
(ز) ولنعد الصورة وندير على * ح ص * عن جنبتيه قوسين كيف اتفقتا و
لتكن قوسى * ح ن ص * ح ق ص * ولتكن قوس * ج ن ص * غير قاطعة
لخط * ج ح * ونفرض على * ح ص * نقطة * م * كيف اتفقت فصورة
م * تنعكس الى * ر * من نقطة من قوس * ف ج * ولتكن * ط * ونصل
ر ط * ه ط * م ط * فزاويتا * ر ط ه * م ط ه * متساويتان و * م ط
يقطع * ح ن ص * وليكن على * ن * ونخرج * ط م * فى جهة * م * فيقطع
قوس * ح ن ص * وليكن على * ق * ونصل * ن ه * ونخرجه فيقطع * ر ط
من فوق * ك ل * وليكن على * ى * ونصل * ق ه * ونخرجه فيقطع * ر ط

من تحت وليكن على * س * فلان الزاويتين اللتين عند * ط * متساويتان تكون * ى * خيال * ن * و * ك ل * خيالى * ح ص * نخيال قوس ح ن ص * خط يمر بنقطة * ك ى ل * مثل * ك ى ل * فيكون محدبا تحديبه يلى البصر وقوس * ح ن ص * محدب تحديبه يلى سطح المرآة ولان الزاويتين اللتين عند * ط * متساويتان فنقطة * س * خيال * ق فل س ك * المقعر الذى تقعيره يلى البصر خيال قوس * ح ق ص * المقعر الذى تقعيره يلى سطح المرآة فالبصر قد يدرك القوس المقعر مقعرا والمحدب محدبا وذلك ما اردناه *

﴿ الشكل - ١١٧ ﴾

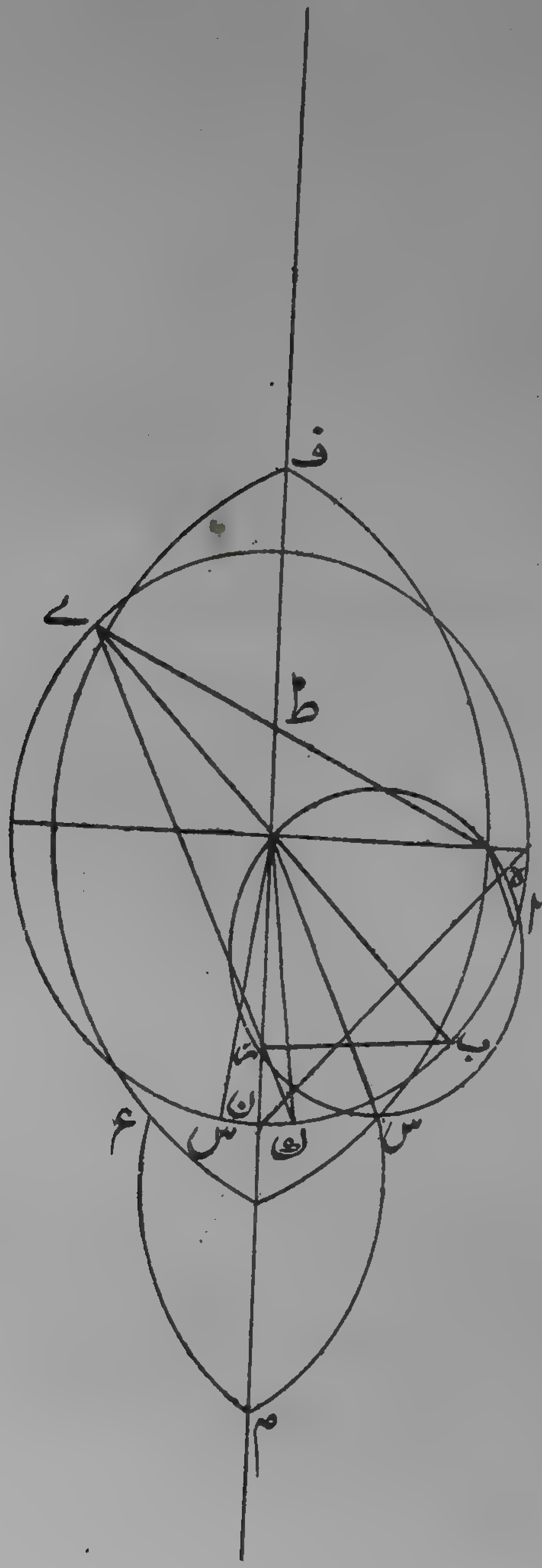
(ح) وايضا فلتكن المرآة مركزها * ج * وعليها عظيمة * ا ب د * و * ج ب نصف قطر لها ونفصل منه * ج ط * اعظم من نصفه ونخرج * ه ط ر * عمودا على * ج ب * ونجعل كلا من * ه ط * ط ر * مثل * ج ط * ونصل ه ج * ج ر * ونعمل على مثلث * ه ج ر * دائرة فهى تقطع دائرة * ا ب على نقطتين لكون * ط * مركزها ولتكونا * ا د * ونصل * ج ا * ج د ه ا * ه ب * ه د * ر ا * ر ب * رك * فلان * ه ط * مثل * ط ر * فه ب ب ر * متعاكسان ولان قوسى * ه ج * ج ر * متساويتان * فه ا ا ر * متعاكسان وكذلك * ه د د ر * ولان * ج ط * اعظم من * ط ب * فجه اعظم من * ه ب * فزاوية * ه ب ج * اعظم من * ه ج ب * و * ه ج ب نصف قائمة فجميع زاويتى * ه ج ب * ه ب ج * اعظم من قائمة فزاوية ب ه ج * اصغر من قائمة وزاوية * ه ج ر * قائمة فخطا * ه ب * جر * يلتقيان خارج الدائرة فى جهة * ب ر * وليكن على * م * ولان خط * ه د * يقطع زاوية * م ه ج * فيقطع * ج م * وليكن على * ل * ولان * ج ط * قطر فقطعة

الشكل الف ١١٧



الشكل ب١١

هذه صورة الشكل في نسخة ليدن ولكن ليس بصحيح

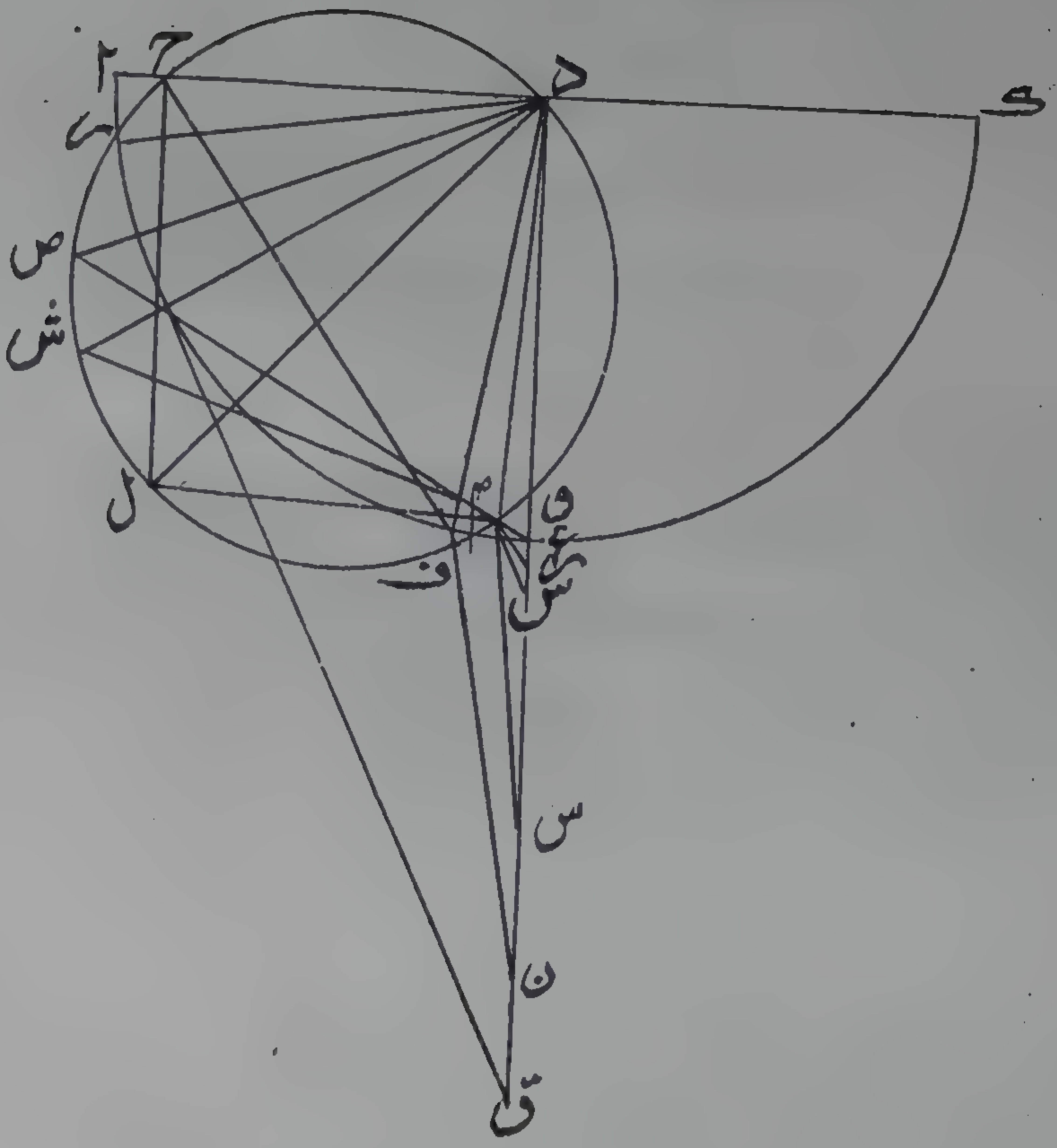


اه ج * اقل من النصف فزاوية * اه ج * منفرجة وزاوية * ه ج ر * قائمة
فاه * ر ج * يلتقيان في جهة * ه ج * وليكن على * ف * فاذا كان البصر
حيث * ه * وكانت * ر * مبصرة فان نقطة * م ل ف * تكون خيالات * ر
ويدركها من ثلثة مواضع وليقطع * ج م * محيط دائرة * اب * على * ح
ونخرج من * ه * ك * الى قوس * د ح * كيف اتفق ونصل * ج ك * وليقطع
قوس * د ر * على * و * ونصل * ك ر * ور * ه و * فلان قوسي * ه ج * ج ر *
متساويتان فزاويتا * ه و ك * ر و ك * متساويتان لانهما اللتين توترهما
القوسان و * ه و * اعظم من * و ر * لان قوس * ه او * اصغر من * ور *
وكل منهما اصغر من النصف فنجعل زاوية * ج ك ن * مثل * ه ك ج *
فه ك ك ن * متعاكسان ونخرج * ه ك * الى * ق * فق * خيال * ن *
عند بصر * ه * ونتوهم سطحا خارجا من * م ج ف * قائما على سطح دائرة
اب د * ونخرج من * ر * عمودا على سطح دائرة * اب د * في هذا
السطح وليكن * س ر ص * ونجعل * ج * مركزا ونبعد * ج ن *
قوسا فهي تقطع خط * ص س * على نقطتين ولتكونا * ص س * والقوس
س ن ص * ونصل * ج س * ج ص * فيكونان في السطح القائم
ونخرجهما ونجعل * ج * مركزا ونبعد * ج ق * قوسا فهي تقطع * ج س *
ج ص * وليكن على * ع ش * فلان سطح دائرة * اب * قائم على سطح
خطي * ج ش * ج ع * فزاويتا * ه ج ش * ه ج ع * قائمتان وكل من سطحي
ه ج ش * ه ج ع * قائم على سطح * ش ج ع * وكل من السطحين يحدث
عظيمة نظيرة لدائرة * اب * فالنقطة النظيرة * لك * من العظيمة التي
يحدثها سطح * ه ج ش * يتعاكس منها خطان بين * ه ص * لان * ج ص *

مثل * ج ن * وكذلك النظيرة * لك * من العظيمة التى يحدثها سطح * ج ع * يتماكس منها خطان بين * ه س * ونقطة * ق * هى خيال * ن * فش * خيال * ص * و * ع * خيال * س * نخيال * قوس * س ن ص * التى تحدبها يلى سطح المرآة هوقوس * ع ق ش * التى تقعيرها يلى البصر و * ونقطة * ل * خيال * ر * و * ش ع * خيالا * ص ش * نخيال س ر ص * المستقيم خط مقعر تقعيره يلى البصر ونرسم خطا يمر بنقطة س ل ع * ونخرج * ه ج * الى * خ * فاذا كانت المرآة لاتنتهى الى نقطتى ب خ * بل تكون احدى نهايتها بين * ب د * والاخرى دون * خ * وكان البصر حيث * ه * وخطا * ص ر س * ص ن س * مدركين فان صورة * ص ر س * المستقيم تكون مقعرة وكذا صورة * ص ن س * المحدب ولكل منها خيال واحد ونخرج * ب ج * الى * ى * ونصل ه ى * ى ر * فهامتماكسان و * ه ى * يقطع * و ج * فايكن على * ظ * فظ * خيال * ر * فم ل * ظ ف * خيالات * ر * فاذا كانت المرآة تجاوز نقطتى * ا ى * وكان البصر حيث * ه * وظهر الناظر يلى قوس ا ى * فانه يرى نقطة * ر * فى اربعة مواضع ونقطتى * ص ش * حيث ش ع * فيكون لخط * ص ر ش * اربعة خيالات مقعرات هي * ش م ع * ش ز ع * ش ظ ع * ش ف ع * وذلك ماأردناه * الشكل ١١٨

(ط) وايضا فلتكن المرآة مركزها * د * فيها عظيمة على محيطها * ج * وفيها نصف قطر * د ج * ولنخرجه خارج الدائرة ونخرج من * د * عمود دا * على سطح الدائرة ونفصل من زاوية * ا د ج * القائمة جزءاً يسيراً وليكن * ج د ه * بحيث تكون * ا د ه * الباقية اضعافها وننصف زاوية

الشكل ١١٨



اده * بخط * دب * ونفصل زاوية * ادر * مثل * ج ده * ونخرج من * د * عمود * دط * على * دب * فى سطح * ادج * ونخرج اد * فى جهة * د * الى * ك *

(اقول) ولتكن نقاط * ارج ب ك * على محيط عظيمة *

(قال) ونخرج من * د * خطا فى جهة * دا * يحيط مع * رد * بزاوية مثل ط دك * فهو يلقى * دا * لان زاويتى * ط دك * ر دا * اقل من قائمتين وليكن على * ح * فزاوية * زح د * مثل * ر د ط * ونخرج من نقطة * ر * خط * ر ل * نحو * دب * يحيط مع * رح * بزاوية مثل زاوية * ب دك * المنفرجة فزاويتا * ل رد * ب د ر * اقل من قائمتين * فرل * يلقى * دب * وليكن على * ل * وندير على * ل ح د * دائرة فهى تمر بنقطة * ر * لان زاويتى ل رح * ل د ح * مثل قائمتين *

(اقول) فيكون ذوأ ربعة اضلاع * ل رح د * تمر الدائرة بثلث زوايا منه فلو لم تمر بالرابعة وهى * ر * لما كانت زاويتا * ر د * مثل قائمتين *

(قال) فزاوية * ل ح ر * مثل * ل د ر * لكونهما على قوس * ل ر * وكانت زاوية * رح د * مثل * ر د ط * فيبقى * ل ح د * مثل * ل د ط * القائمة فهى ايضاً قائمة وتفصل من * د ه * د م * مثل * د ح * ونصل * ل م * فتكون زاوية * ل م د * قائمة *

(اقول) وذلك لان ضلعى * ح د ل * وزاويتهما كضلعى * م د ل * وزاويتهما والتى عند * ح * قائمة *

(قال) فدائرة * ل ح د * تمر * بم * وتقطع قوس * ب ه * على نظيرة لز * (١) * وليكن * ف * ونصل * د ف * فزاوية * ل د ف * مثل * ل د ر *

---

(١) ن - نظير - ه ☆

لان قوس * ل ف * مثل * ل ر *

(اقول) لان * ل د * قطر الدائرة لكون زاوية * ح * قائمة *

(قال) وقوس * م ف * مثل * ح ر * فقوس * ف م د * مثل * ر ح د * ونصل * ح ب * ح ف * ف م * ف ر * ف ب * فزاوية * ب ح د * حادة و * ح د ج * قائمة * فح ب * يلقى * د ح * خارج الدائرة وليكن على * ق * نخط * ح ف * ايضا يلقى * د ح * خارج الدائرة وليكن على * ن * ونخرج * ف ب * حتى يقطع قوس * ل ر * على * ص * ونصل * ص م * فزاوية * ف ص م * على المحيط ويوترها قوس * ف م * وزاوية * ف ب م * ايضاً على المحيط واعظم من * ف ص م * فب م * اذا اخرج * فى جهة * م * يصل من دائرة * اب ج * قوسا اعظم من الشبيهة * بف م * و * ف م * ضعف الشبيهة بقوس * ف م *

(اقول) لان * ف م * يوتر على المحيط عند * د * زاوية مثل ما يوترها قوس * ف ه * عند المركز اعنى * د * ايضاً *

(قال) وف ه * مثل * را * اعنى * ج ه * فج ف * ضعف * ج ه * فج ف * شبيهة * بف م * فب م * اذا اخرج فى جهة * م * يصل من دائرة * اب ج * قوسا اعظم من * ف ج * فيقطع * د ج * بين طرفيه وليكن على * ع * ونخرج * ف م * فيقطع * ع د * بين طرفيه وليكن على * و * ونخرج * م ب * فى جهة * ب * حتى يقطع قوس * ل ص * على * س * ونصل * س د * فلان زاوية * ب ف ر * على المحيط فهى نصف زاوية * ب د ر * و * ب د ر * اضعاف * ر د ا * فص ف ر * اضعاف لز دح * فقوس * ص ر * اضعاف * لز ح * فقوس * س ر * اضعاف

كثيرة

كثيرة * لز ح * و نصل * س ح * فزاويتا * س ح د * س م د * مثل قائمتين فزاوية * س ح د * مثل * ب م ه * وزاوية * رح د * تزيد على س ح د * بس ح ر * المساوية لس د ر * التي هي اضعاف كثيرة * لز دا * فزاوية * رح د * تزيد على * س ح د * باضعاف كثيرة * له دج * وزاوية * رح د * مثل * ف م د * لتساوى قوسى * ف م د * رح د * وكانت زاوية * س ح د * مثل * ب م ه * فزاوية * ف م د * تزيد على * ب م ه * باضعاف كثيرة * له دج * وزاوية * ج ع م * تزيد على * ع م د * بزاوية * ج ه د * فزاوية * ف م د * تزيد على * ج ع م * باضعاف لزاوية ه دج * وزاوية * ف م د * تزيد على * م و د * بج ه د * فقط فزاوية م و د * اعظم من زاوية * م ع ج * فزاوية * م ع و * اعظم من * م ر ع * فم و * اعظم من * م ع * ولان قوس * ح د * مثل * م د * فزاويتا ح ب د * م ب د * متساويتان فخطا * ح ب * ب ع * متعاكسان وكذا ح ف * ف و * فق * خيال * ع * و * ن * خيال * و * ونخرج من م * خطى * م ش * م ز * يوازيان * ح ق * ح ن * فلان زاوية ح ن د * اعظم من * ح ق د * فزاوية * م ر و * اعظم من * م ش ع * فنقطة * ز * بين * ش و * ولان زاوية * ح د ن * قائمة * فح ن د * حادة فكذا * م ز و * المساوية لها * فم ز ش * منفرجة * فم ش * اعظم من م ز * وكان * م و * اعظم من * م ع * فنسبة * ش م * الى * م ع * اعظم من نسبة * زم * الى * م و * ونسبة * ش م * الى * م ع * كنسبة * ق ب * الى * ب ع لان * م ش * يوازى * ق ب * وكذا نسبة * زم * الى * م و * كنسبة * ن ف الى * ف و * فنسبة * ق ب * الى * ب ع * اعظم من نسبة * ن ف * الى

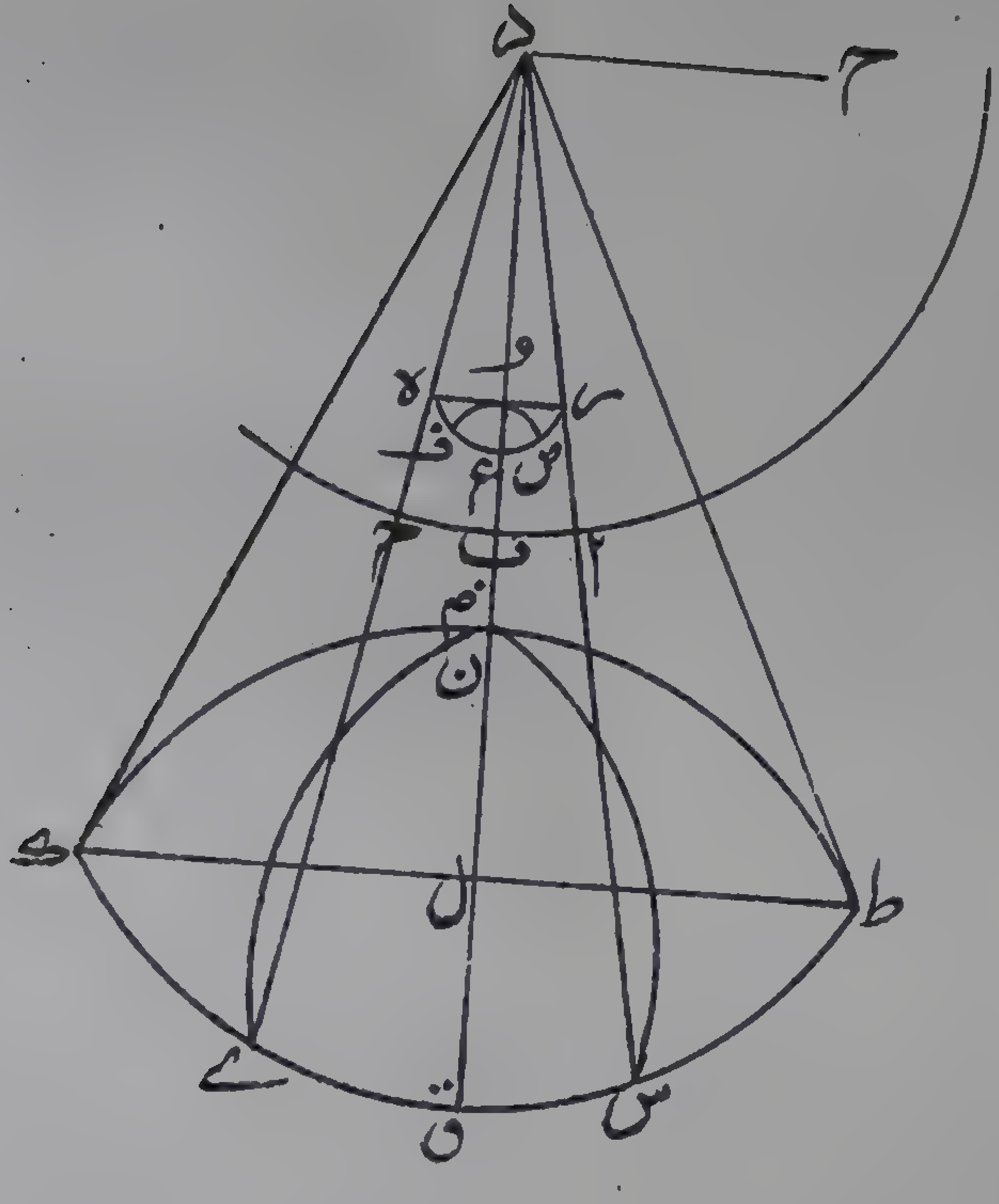
ف و * ونسبة * ق ب * الى * ب ع * كنسبة * ق د * الى * ق ع * ونسبة ن ف * الى * ف و * كنسبة * ن د * الى * د و * كما تبين فى الشكل الخامس والعشرين من فصل الخيال فنسبة * ق د * الى * د ع * اعظم من نسبة * ن د الى * د و * واذا تبين ذلك فانا نعيد بعض الشكل لئلا تكثر الخطوط والحروف فيشكل وذلك دائرة * ا ب ج * وخط * د ق * ونقط * و * ع * ن * ونخرج من * د * عموداً على سطح الدائرة وليكن * د ح و * مساويا * لد ح * فى الشكل الاول فزاوية * ح د ق * قائمة والدائرة التى يحدثها سطح * ح د ق * عظيمة والقوس التى يفرزها منها * ح د * د ق * مثل * ا ج * من الاول والنقطتان منها النظيرتان * ا ب ف * تنعكس منها صورتا * ع و * الى * ح * فق * خيال * ع * و * ن * خيال * و * ونخرج من و * عمود * ر و ه * على * د و * فى سطح * ا ب ج * ونجعل * د * مركزا وببعد * ع د * قوسا فهى تقطع * ر و ه * على نقطتين وليكونا * ر ه * و القوس ر ع ه * و نصل * د ر * د ه * ونخرجهما خارج الدائرة ونجعل * د * مركزا وببعد * د ق * قوس * ط ق ك *

﴿الشكل-١١٩﴾

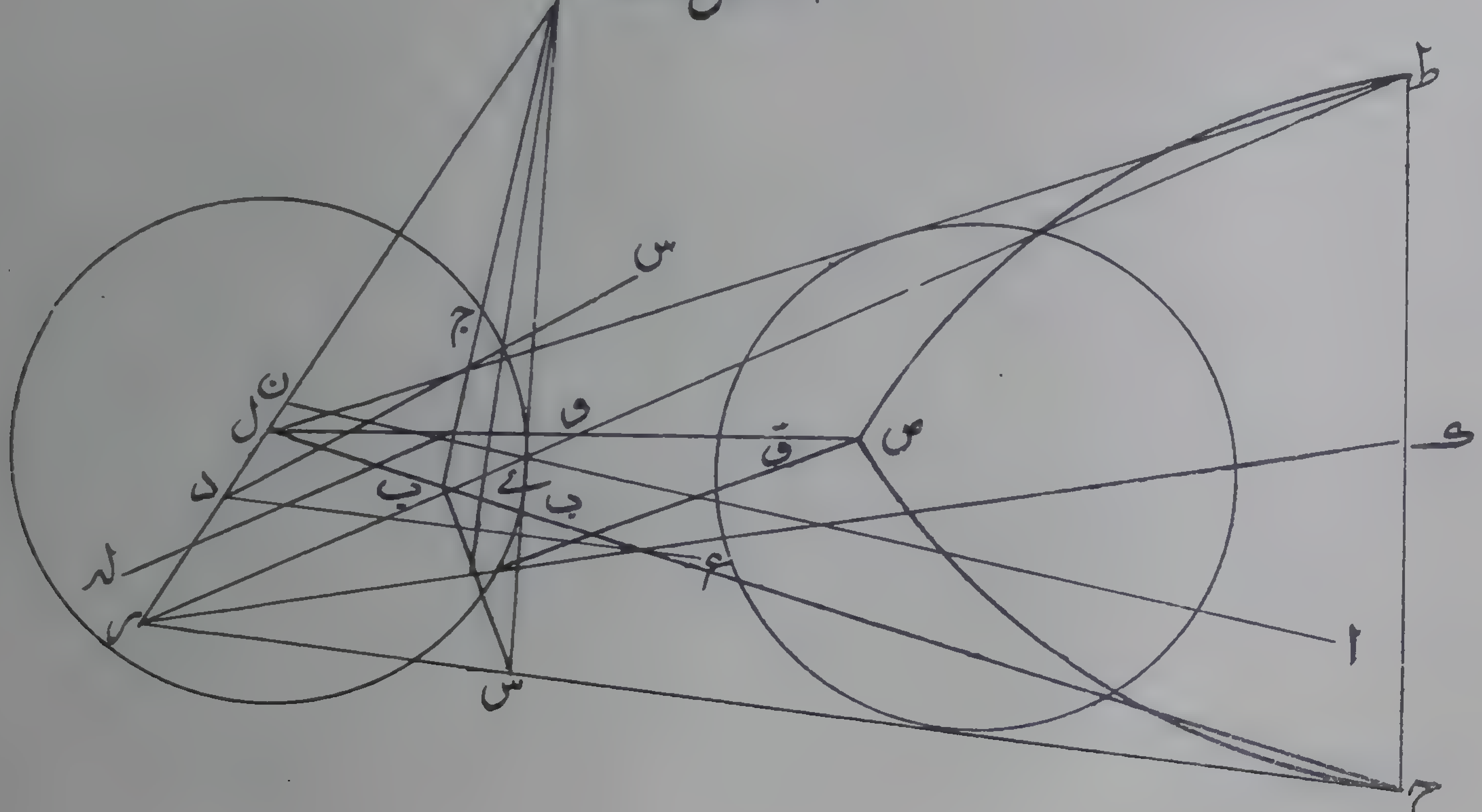
و لتقطع * د ر * د ه * على * ط ك * و نصل * ط ك * فيقطع * د ق * و ليكن على * ل * فزاويتا * ح د ك * ح د ط * قائمتان و سطحاهما يحدثان عظيمتين و ضلعاهما يفرزان قوسين متساويين وكل من * د ر * د ه * مثل * د ع * فصورتا * ر ه * تنعكسان عن القوسين الى ح * مثل * ع * و كل من * د ط * د ك * مثل * د ق * فط ك * خيالا ر ه * و تكون نسبة * ط د * الى * ط ر(١) * كنسبة * ق د * الى * د ع * وكنسبة * ك د * الى * د ه * وكانت نسبة * ق د * الى * د ع * اعظم من

(١) ن - ☆ د ز ☆

الشكل ١١٩



الشكل ١٢٠



نسبة * ن د * الى * د و * فكذلك * ط د * الى * د ر * و * ك د * الى
د ه * ولان * د ر * مثل * د ه * و * د ط * مثل * د ك * فطك * المستقيم
يوازى * ه د * المستقيم فنسبة * ط د * الى * ر د * ونسبة * ك د * الى * ه د
كنسبة * ل د * الى * د و * فل د * الى * د و * اعظم من * ن د * الى * د و
فل د * اعظم من * ن د * فن * اعنى خيال * و * بين * ل و * فخيال * ر و ه
خط محدب يمر بنقط * ط * ن * ك * مثل * ط ن * ك ﴿ الشكل — ١٢٠ ﴾
(ى) ونفرض على * ن و * نقطة * م * كيف اتفقت وندير على مركز * م
ببعد * م و * قوس * ص و ف * فيقطع قوس * ر ع ه * على نقطتين ولتكونا
ص ف * ونصل * د س * د ف * وننفذهما حتى تلقيا قوس * ط ق ك * على * س
ى * وتبين كما مران * س ى * خيالا * ص ف * و * ن * خيال * و * فخيال
قوس * ص و ف * المقعرة خط محدب يمر بنقطة * س ن ى * مثل * س ن ى *
وبين ان خيال قوس * ر ع ه * المحدبة خط * ط ق ك * المقعر وذلك ما اردناه *

القصد العاشر

﴿ تذكرة ﴾

فان كان لكل من خطوط * ر و ه * ر ع ه * ص و ف * خيال واحد فصورها
على ما بيناه وان كانت لها خيالات اخر فربما كانت شبيهة بهذه الخيالات
وربما كانت بخلافها *

﴿ تنبيه ﴾

فهيئات سطوح المبصرات قد يدركها البصر فى هذه المرآة على خلاف
هيئتها اذا كانت اقطارها المستقيمة او المحدبة او المقعرة يدركها بخلافها *

﴿ تكملة ﴾

واما الاغلاط المركبة فيها فعلى قياس ما بيناها فى المرايا السابقة *

الفصل الثامن

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا الاسطوانية المقعرة عشرة مقاصد * (١)

قول مجمل

الاغلاط العارضة فى هذه المرآة شبيهة بالعارضة فى الكرية المقعرة فلنعد الشكل الاول من الشكلين الموردين فى اغلاط الاسطوانية المحدبة بحروفه وقد تبين فيه ان خطى * ه ج * ج ط * متعاكسان وكذا * ه ب * ب ك * و * ه ا * ا ح * وان خطوط * ط ج ك * ب ح ا * مجتمعة عند * ح * وان * ا ب ج * خط مستقيم فى طول المرآة و * ج ر * ب ل * ا د * اعمدة على السطح المماس على * ا ج * و * ا ج * عمود على سطح مثلث * ه ك ع * و * ط ك * مثل * ك ح * و * ا ب * مثل * ب ج * ونقط * س ص ى * خيالات * ح ك ط * و * ص * اقرب الى * ه * من خط * س ى * و * س ى * فى سطح مثلث * و ح ط * و * و ح * و ط * متساويان وكذا * و س * و ى * ونصل * و ك * فيقطع * س ى * وليكن على * ق * وينصفه ضرورة ويكون فى سطح مثلث * ك ه ع * اعنى سطح دائرة ب * الموازية للقاعدة * فق * فى سطح مثلث * ك ه ع * وفى سطح مثلث * ه ى س * فهو على الفصل بينهما اعنى * ه ب * فق * على استقامة * ه ب * وخطا * ح و * ط و * اعنى خطى خيال * س ى * تحت نقطتى د ز * لانهما العمود از الخارجان من * ح ط * على المماسين للقطعين اللذين نقطتا * ا ج * على محيطيهما فسطح مثلث * و ح ط * تحت سهم * دل ر *

---

(١) ليس فى النسخ بيان اوائل المقاصد الا ـ ٥ ـو ـ ٦ ـو ـ ٧ ـ و ذكر الشارح آخر الفصل ان المؤلف لم يبين المقصدين ـ ٩ ـ و ـ ١٠ ـ

ولا

ولا يمكن ان تكون نقطة من السهم ولو امتد الى غير نهاية فى سطح المثلث والا لكان الواصل بينها و بين نقطة من * ح ط * فى سطح المثلث والسهم يوازى * ح ط * فيكون ايضاً فى سطح المثلث وهو فوقه هذا خلف فالسهم اقرب الى * ه * من سطح * ح ط و * فسطح * ح ط د ر * اقرب الى * ه * من * و ح ط * ونقطة * ص * فى سطح * ح ط * د ر * لانها على خط * ك ل * فص * اقرب الى * ه * من * س ى * ولنخرج * ه ب * الى * ق *

(وبعد ذلك نقول) ان * س ى * الموازى للسهم اذا كان فى مبصر وكان البصر على * ع * التى تلى تقعير الاسطوانة والسطح المرئى منها هو المقعر فانه يدرك * س ى * فى مرآة * ا ب ج * الاسطوانية المقعرة وتختلف خيالاته بحسب بعده من السهم وقربه منه وذلك لان * ه ب م * حادة * فل ب ق * حادة و * ه ب ق * فى سطح دائرة * ب * و ل ب * قطر الدائرة فه ب * يقطع الدائرة * فق ب * فى داخل تقعير المرآة وكذلك * ع ب * لان * ع ب ل * حادة و زاويتا * ع ب ل * ق ب ل * متساويتان و ل ب * عمود على السطح المماس المار بنقطة * ب * فق * تنعكس الى س ع * من * ب * وقد تبين فى الفصل الخامس من المقالة الرابعة ان السطح المماس للاسطوانية على * ج * يكون تحت * ه * فه ج * يقطع السطح المماس فيقطع الخط المماس للقطع على * ج * فيقطع القطع فيقع فى داخل الاسطوانة فى * ج * فى داخل تقعير المرآة وكذلك * ط ج ع * ثم تبين كما مران * ى * تنعكس الى * ع * من * ج * وكذا * س * تنعكس الى ع * من * ا * وقد تبين فى هذا الشكل عند الكلام على الاغلاط ان خطى

ح و * ط و * عمود ان على سطحين مماسين للقطعين المارين بنقطتى * ا ج *

(اقول) لفظة المارين بنقطتى * ا ج * ليست بموجودة فى ذلك الموضع وليست بصواب ايضا لان * ح و * ط و * انما هما خطا خيالى * ح ط * فيكونان عمودين على الفصل بين سطحى القطعين والسطحين المماسين للاسطوانة على موقعى العمودين لا على * ا ج * اى نقطتى الانعكاس.

(قال) نخيال * س * على * ح و * وعلى * ع ا * فح * خيال * س * وكذلك * ط * خيال * ى * ونصل * ق ل * فلان صورة * ق * تنعكس الى بصر * ع * من محيط دائرة * ب * نخيال * ق * على * ق ل * وعلى * ع ب * فهو عمود على نقطة تقاطعهما وقد تبين فى فصل الخيال عند الكلام فى المرايا الكرية المقعرة ان خط الخيال ربما التقى خط الشعاع من وراء فصل الانعكاس ودونه اما بينه وبين البصر او حيث مركز البصر او من ورائه وربما وازاه فيكون الخيال غير محدود وتبين ايضا ان خيال النقطه الواحدة ربما كانت واحدة وثنتين وثلثا واربعا *

الفصل الخامس (ه) فان كان خيال * ق ك * فيكون * ح ط * قطر خيال * س * واذا كان جميع خيالات * س ى * على * ح ط * فصورته تكون خطا مستقيما وان لم يكن الجميع على * ح ط * فانه يكون قريبا من الاستقامة لان وسطه على استقامة طرفيه *

الفصل السادس (اقول) يعنى ان الوسط مع الطرفين ومركز البصر فى سطح واحد *

(قال - و) وان كان * ق * من وراء * ك * فان خيال * س ى * يكون مقعرا تقعيره يلى البصر *

الفصل السابع (ز) وان كان الخيال دون * ك * فان خيال * ى س * يكون محدبا تحديبه

يلى البصر وان كان خيال * ق * واحد الخيال * س ى * واحد وان كان متعددا فتعدد بتلك العدة واطراف جميعها مجتمعة عند * ح ط * واوساطها متفرقة و * ح ط * هو قطر الخيال على اى وضع واي عدد كان ويكون * ح ط * اعظم من * س ى * بقدر يسير *

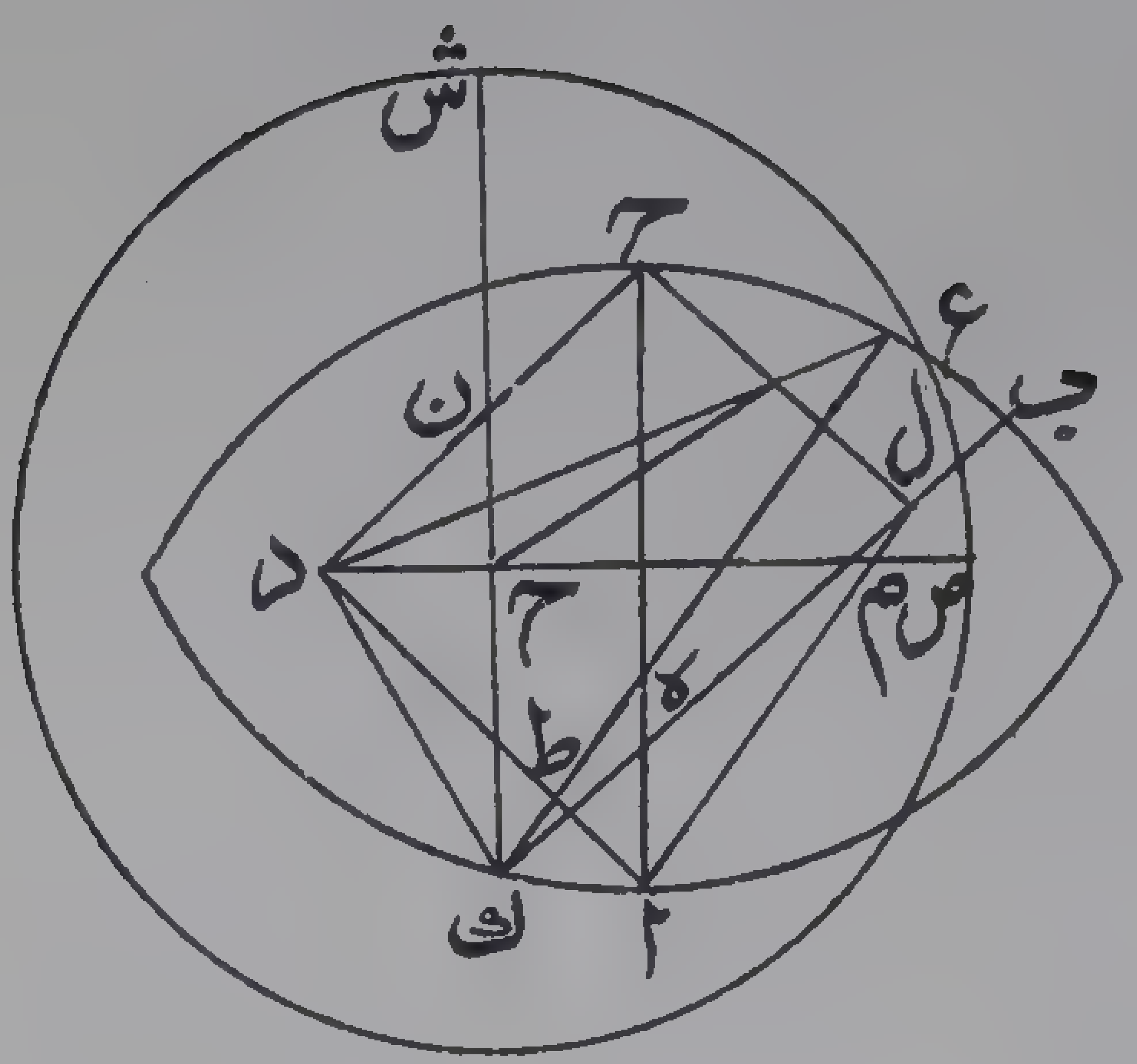
الحاصل

فقد تبين ان خيالات الخطوط المستقيمة الموازية لسهم المرآة ربما كانت مستقيمة ومحدبة ومقعرة وربما كانت الخيالات واحدة واكثر وايضاً فلنعد الشكل الثانى من الشكلين المذكورين وقد تبين فيه ان * ه ب * ب ح متعاكسان وكذا * ه ج * ج ط * و * ح ب * ط ج * ينتهيان الى * ل * وزاوية * ح ب ع * حادة * فح ب * يقطع السطح المماس على * ب * فيقطع سطح الاسطوانة * فب ل * تحت تقعير الاسطوانة وكذلك * ج ل * وكذلك * ب ش * ج ت * وزاويتا * ل ب د * ش ب د * متساويتان وكذا * ل ج د * د ج ت * فاذا كان * ش ت * فى مبصر وكان البصر حيث * ل * والسطح المقعر من الاسطوانة صقيلا فان * ش * تنعكس الى * ل * من * ب * و * ح و * عمود على الخط المماس للقطع * فح * هى خيال * ش * وكذا تبين ان * ت * تنعكس الى * ل * من * ج * وخيالها ط * ونصل * ك و * فيقطع * ش ت * وليكن على * م * فم * هى فى السطح المار بالسهم وبنقطة * ل * لان * ل * و * ك * هى فى هذا السطح * فك و * هو فى هذا السطح وانعكاس * م * الى * ل * فيه ايضا و * ا ز * هو الفصل بين سطح الاسطوانة وبين السطح المار بالسهم وبنقطة * ل * فانعكاس * م * الى * ل * عن خط * ا ر * ونصل * ه م * فهو فى هذا

السطح وكذا * ه ل * ونقطة *ه* مرتفعة عن السطح المماس على *ز* فاذ
اذا اخرج لقى * ه م * ه ل *فليلق * ه م * على * ى * و * ه ل * على * ن
و *ن* فيما بين * ه ل * لان * ل * فى داخل التقعير و * ز * فى السطح و * ه *
مرتفعة عن السطح وقد تبين فى برهان هذا الشكل ان دائرة *ب ز ج
متوسطة بين * ح ط * وبين السطح الخارج من *ه* الموازى للقاعدة الذى
فيه العمود الخارج من * ه * على * ا ر * فالعمود يقع خارجا عن مثلث
ه ى ن * وفى جهة * ن *فزاويتا * ه ى ن * م ى ا * حادتان فنخرج من *م
عمود *م ق * على * ا ى * فق * من وراء *ى* بالقياس الى * ن* ونخرج
م ق * فى جهة * ق * ونفصل منه * ق ص * مثل * ق ه * فص * خارجة عن
سطح المرآة ومن وراء تقعيرها و * ل * تحت التقعير ونصل * ل ص * فيقطع
*ن ق * وليكن على *ف* ونخرج من *ف * ف ر * موازيا للعمود * م ق
فهو عمود على *ان* وفى السطح المار بالسهم وبنقطة *ل* فهو قطر للدائرة
الخارجة من * ف * الموازية للقاعدة فهو عمود على السطح المماس المار
بان * ونصل * م ف * فيكون مثل * ف ص * فالزاويتان اللتان عند *م ص
متساويتان ولان * ز ف * مواز * لم ص * فاللتان عند * ف * متساويتان
فم ف * ف ل * متعاكسان فصورة *م* تنعكس الى *ل* من *ف* وخيالها
ص * ولان * ش ت * ح ط * متوازيان وعمودان على السطح المار
بالسهم و * ب ل * فالسطحان الخارجان منهما القائمان على السهم متوازيان
ويكون سطح * ش م * م ص * قائما على السطح المار بالسهم * ب ل
فم ص * هو الفصل بين السطحين و * ا ق * عمود على سطح * ش م * م ص
وكذا سهم الاسطوانة * فص * فى السطح الخارج من * ش ت * القائم

على

الشكل ١٢١



على سهم الاسطوانة الموازى للخارج من * ح ط * كذلك * فص * خارجة عن * ح ط * واقرب الى * ل * من * ح ط * وهى خيال * م * و * ح ط خيالا * ش ت * نخيال * ش م ت * المستقيم خط يمر بنقط * ح * ص * ط * مثل * ح ص ط * وجميعه من وراء المرآة ونقطة * ل * خارجة عن السطح الذى فيه * ح ص ط * فتقويس * ح ص ط * يظهر لبصر * ل * بينا ﴿ الشكل — ١٢١ ﴾ ولان * ف * على سطح الاسطوانة و ب ج * فى داخل تقعيرها وفى سطح مثلث * ل ح ط * نخط * ل ف ص ارفع من سطح المثلث * ر (١) * فص * يرى ارفع من * ح ط * فيظهر ح ص ط * لبصر * ل * مقعرا وايضا فليقطع الاسطوانة بسطح مائل على السهم وليحدث فيها قطع * ا ج * وقد تبين فى الشكل الاول من اشكال خيالات الاسطوانة المقعرة ان كل قطع من قطوع الاسطوانية فانه يخرج فى سطحه عمود على سطح يماس الاسطوانة تنعكس الصور عن طرفيه فليكن ج ر ا * وليكن * ب ه ك * عمودا على خط مماس للقطع على * ب * ولتكن ب * قريبة من * ج * فب ك * يقطع عمود * ج ر * وليكن على * ه * وتكون زاوية * ب ه ج * حادة ونخرج من * ج * ج د * موازيا * لب ك * فزاوية * د ج ه * حادة * فج د * فى داخل تقعير الاسطوانة ونجعل زاوية * ه ج ل * مثل * ه ج د * فج ل * يلقى * ب ه * وليكن على * ل ونفرض على * ل ه * نقطة * م * كيف اتفقت ونصل * ا م * فتكون زاوية م ا ج * حادة لان * ا م * فى داخل القطع ونجعل زاوية * ج ا د * مثل * ج ا م فاد * يلقى * ج د * لان الزاويتين عند * ا ج * حادتان فليلقه على * د * فاد * يقطع * ب ك * وليكن على * ط * فاذا كان البصر حيث * د * فان صورة

---

(١) ليست هذه الراء فى بعض النسخ ☆

ل * تنعكس اليه من * ج * و د ج * مواز لعمود * ل ب * فيدرك * ل * حيث * ج * وصورة * م * تنعكس اليه من * ك * وتكون * ط * خيالها ونجيز على * د * سطحا موازيا للقاعدة فيقطع سطح * اب ج * ونحدث دائرة ولتكن * س ع ص * فسطحها يقطع * ب ك * لانه يقطع * ج د * الموازى له وليكن على * ك * وليكن مركز الدائرة * ح * ونصل * د ح * وننفذه الى * ص * ونصل * ك ح * وننفذه الى * س * فصورة * ك * تنعكس الى * د * على تصاريف الاحوال من قوس * ص س * كما تبين فى خيالات الدوائر فلتنعكس من * ع * ونصل * ك ع * د ع * ح ع * فدع * يقطع * ح س * وليكن على * ن * فن * خيال * ك * ونصل * ك د * فيكون الفصل بين الدائرة وسطح القطع لان نقطتى * ك د * معا فى السطحين فليس فى سطح الدائرة من سطح القطع سوى خط * ك د * وما يتصل به * فج * خارجة عن سطح الدائرة وكذا * ط * وهما فى سطح القطع و * ن * فى سطح الدائرة * و ر (١) * نخيال * ل م ك * خط يمر بنقط ج ط ن * فهو مقوس *

حاصل مامر

فقد تبين من هذين الشكلين ان الخطوط المستقيمة الموازية لسهم الاسطوانة والموازية لقاعدتها والمائلة قد ترى مقوسة ومستقيمة ومحدبة * د * ه * (٢) ولان * ط * خيال * م * و * ن * خيال * ك * فصورة * م ك * منكوسة واذا كان الخط ايضاً فى سطح الدائرة الموازية للقاعدة التى يمر سطحها بمركز البصر فقد تبين ان الصورة قد تكون منكوسة و مستوية فالصورة

(١) ليس هذان الحرفان فى بعض النسخ ☆ (٢) كذا فى الاصول ☆

فى

الشكل ع ١٢٢

في هذه المرآة قد تكون منكوسة ومستوية وايضاً فلنعد صورة الشكل
الثالث من اشكال اغلاط المرايا الكرية المقعرة بحروفه وليكن دائرة * ب
را * في سطح اسطوانية مقعرة وليكن البصر حيث * د * فيكون خارجا
عن سطح الدائرة ويكون * ه ا * ه ب * عمودين على سطحين مماسين
لسطح الاسطوانة فيكون سطح مثلث * د ج ه * قائماً على سطح الدائرة
ويكون * ج د * عمودا عليه ويكون مارا بجميع السهم وبالبصر فكل من
سطحي * د ب ع * د ا ع * المتقاطعين على خط * د ع * غير مار بجميع
السهم وليس في كل منهما من السهم غير نقطة * ه * فيحدث كل منهما قطعا
تنعكس فيه الصورة * ج *(١) فصورة * ص * تنعكس الى * د * من * ب *
وصورة * م * من * ا * ويكون * ن و * قطر خيال * م ص * وهو اصغر
من * م ص * وكذلك نقطتا * ح ل * تنعكسان الى * د * من * ا ب *
ويكون * ظك * قطر خيال * ح ل * وهو مثله * ا *(٢) ويكون * س ى *
قطر خيال * ف ق * وهو اعظم منه * د *(٣ وتكون هذه الخيالات جميعها
منكوسة واذا كان البصر على نقطة * ع * وكانت خطوط * س ى * ط ك *
ن و * هي المبصرات كان الامر بالعكس فيكون قطر خيال * س ى * اصغر
منه (٤) وقطر خيال * ن و * اعظم * ب *(٥) وقطر خيال * طك * مساويا له
ه *(٦) ويكون الجميع مستوية وقد تبين جميع ذلك عند الكلام على هذا الشكل
في ذلك الفصل * ﴿ الشكل - ١٢٢ ﴾

تنبيه

ثم اذا كان لكل واحد من طرفي قطر الخيال خيال واحد وكان لنقطة من وسطه
عدة خيالات كان لذلك الخط عدة خيالات بعدة خيالات النقطة المتوسطة

(١ - ٦) كذا في الاصول *

وكذا اذا كان لكل من طرفيه اولاحدهما عدة خيالات ولنقطة من وسطه خيال واحد كان للخط عدة خيالات بعدة خيالات النقطة المتطرفة ـ واذا كان لكل من طرفيه اولاحدهما عدة خيالات ولنقطة من وسطه ايضاً عدة خيالات كان للخط من الخيالات بعدد خيالات اكثرها عددا فاغلاط الاسطوانية المقعرة شبيهة باغلاط الكرية المقعرة وذلك ما قصدناه *

﴿ الشكل - ١٢٣ ﴾

(اقول) لم يذكر المقصد التاسع والعاشر وذلك ظاهر اذا كان فصل الانعكاس دائرة وكذالو كان قطعا عند التأمل *

﴿ قال تكملة ﴾

واما الاغلاط المركبة فكما من فى سائر المرايا *

﴿ الفصل التاسع ﴾

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المخروطية المقعرة عشرة مقاصد (١) *

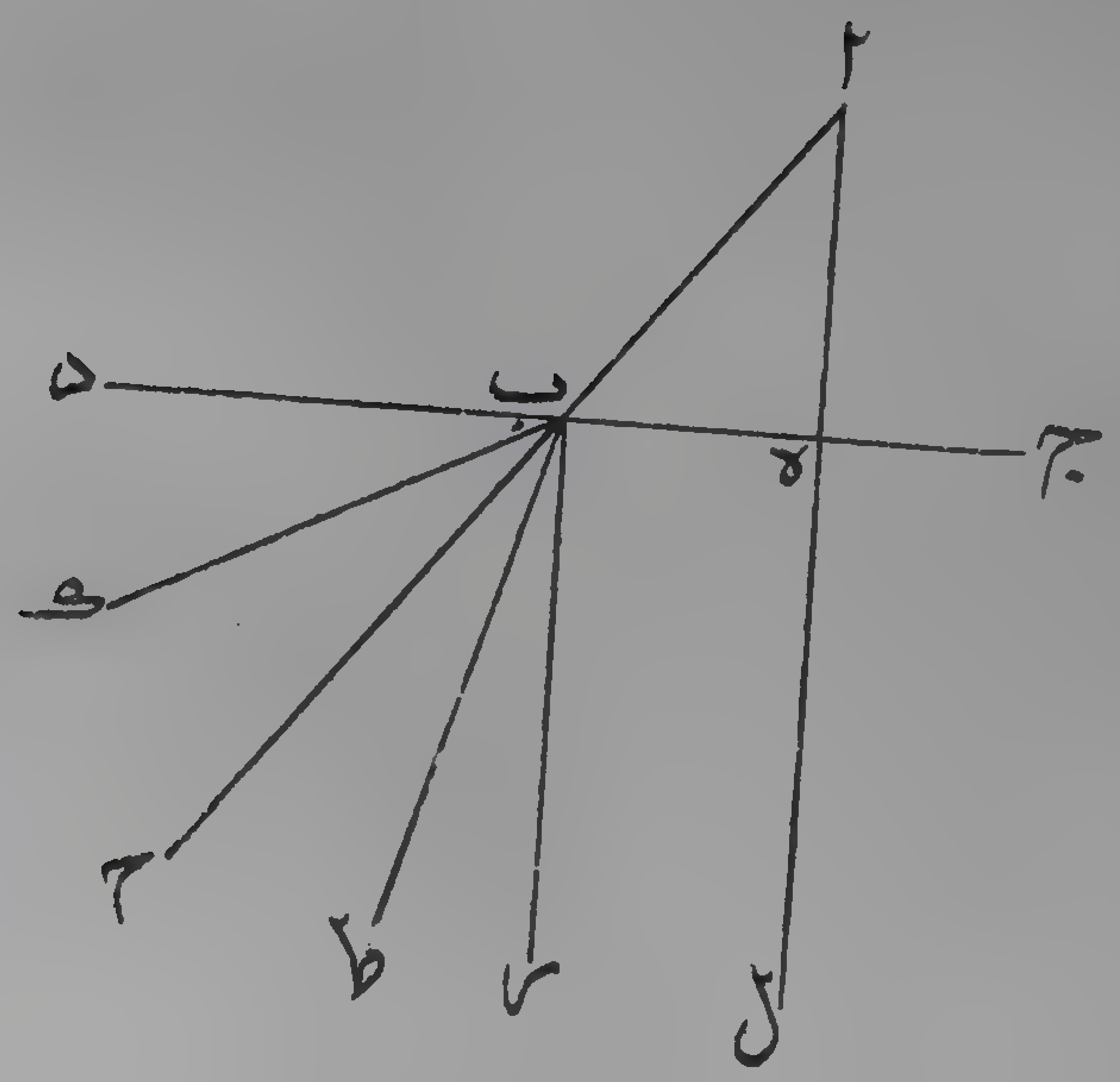
﴿ قول مجمل ﴾

الاغلاط العارضة فى هذه المرآة شبيهة باغلاط الاسطوانية المقعرة و * ز * (٢) لان الخطوط المستقيمة الممتدة فى محاذاة طول المرآة المارة برأسها والقريبة منها فانها قد ترى محدبة ومقعرة وقد ترى مستقيمة و ذلك لانه اذا اعيد الشكل الثانى من اشكال اغلاط المخروطية المحدبة وجد قطر خيال الخط المفروض فيها الذى هو خيال * اى * فى داخل تقعير المرآة والنقطة التى تحت السطح المماس المار بالخط الذى منه تنعكس صورة الخط المستقيم اعنى نقطة * ف * اذا جعلت مركز البصر كانت جميع نقاط قطر الخيال تنعكس صورها الى * ف * وخيالا طرفى * اى * طرفى * ح ط *

---

(١) ليس فى النسخ بيان مبادئ المقاصد * (٢) كذا – وخيال

الشكل ١٣٣



وخيال النقطة التى فى وسط * ا ى * يخلف مواضعها ويتبين ذلك كما بينا فى الشكل الاول من اغلاط الاسطوانية المقعرة نخيال * ا ى * قد يكون محدبا ومقعرا * و *(١) وكذا يتبين كما تبين فى الشكل الثانى من اغلاط الاسطوانية المقعرة ان الخطوط المحاذية لعرض المرآة تكون صورها مقعرة تقعيرا مفرطا * ح *(٢) والخطوط المستقيمة التى تكون فى السطوح المارة بالسهم ومركز البصر تكون خيالاتها مستقيمة ونعيد الشكل الثالث من اشكال اغلاط الكرية المقعرة بحروفه فاذا كانت * ه * على السهم * و ه ا * ه ب * خطى خيال وذلك ممكن لانهما يمكن ان يحيطا مع السهم بزاويتين حادتين متساويتين وهما متساويان وسطح * ج ه * ه د * مارا بالسهم ومركز البصر وكل من سطحى * د ا م * د ب ص * مائلا على السهم وفصلاهما قطعين وصورة نقاط * ص ح ق * تنعكس الى بصر * د * من * ب * وصور * م ل ف * من * ا ج * فيكون * ن و * خيال * م ص * واصغر منه * ب *(٣) و * ط ك * خيال * ل ج * ومثله * ا * و(٤) * س ى * خيال * ف ق * واعظم منه * د *(٥) والخيالات كلها منكوسة * ه *(٦) واذا كان البصر حيث * ع * والمبصرات * ن و * ط ك * س ى * فالاحكام بعكس ذلك *

الحاصل

فقد تبين ان الخطوط المستقيمة قد ترى فى هذه المرآة محدبة ومقعرة ومستقيمة ومقادير المبصرات اعظم منها واصغر ومساوية لها والصور منكوسة ومستوية وتبين فى فصل الخيال ان كل نقطة مبصرة فى هذه

(١ — ٦) كذا ويحتمل ان هذه الاحرف فى هذا الفصل والذى قبله علامات على المقاصد ولكنها مشوشة كما ترى —

المرآة قد تكون لها خيال وخيالان وثلثة واربعة فاغلاط هذه المرآة تشبه اغلاط الاسطوانية المقعرة *

(اقول) لم يذكر المقصد التاسع والعاشر واعاذلك الى المتامل *

قال تكملة

واما الاغلاط المركبة فيها فكما مر فى سائر المرايا والامثلة كما سبقت وذلك ماقصدناه وهذا حين نختم هذه المقالة حامدين لله على حسن توفيقه ومصلين على نبيه محمد وآله وعترته الطاهرين *

المقالة السابعة

المقالة السابعة

فى كيفية ادراك البصر بالانعطاف من وراء الاجسام المشفة المخالفة الشفيف لشفيف الهواء وهى سبعة فصول (١) صدر المقالة (٢) فى ان الضوء ينفذ فى الاجسام المشفة على سموت مستقيمة وينعطف اذا صادف جسما مخالف الشفيف لشفيف الذى هو فيه (٣) فى كيفية انعطاف الاضواء فى الاجسام المشفة (٤) فى ان مايدركه البصر من وراء الاجسام المشفة المخالفة الشفيف لشفيف الذى فيه البصر اذا كان مائلا عن الاعمدة القائمة على سطوحها هو ادراك بالانعطاف (٥) فى الخيال (٦) فى كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعطاف (٧) فى اغلاط البصر التى تعرض من اجل الانعطاف *

الفصل الاول

الفصل الاول

قد ذكر فى صدر المقالة الرابعة ان ادراك البصر للمبصرات اما ان يكون على ثلثة اوجه بالاستقامة او بالانعكاس او بالانعطاف من وراء الاجسام المشفة المخالفة الشفيف لشفيف الذى فيه البصر وبكل من هذه الوجوه

تدرك جميع معانى المبصرات وعلى جميع الانواع الابصار المفصلة فى الفصل الاخير من المقالة الثانية و قد بينا مباحث الرؤية بالوجهين الاولين وبقى لنا البحث عن الثالث وهذه المقالة هى التى بحث فيها عنه مستقصى *

(اقول) وانا اذا اطلقت الجسم فى هذه المقالة فانما اريد به الجسم المشف واذا اطلقت الضوء فانما اريد به الضوء الممتد على خط مستقيم من المضيىء و اذا قلت الجسم المخالف فانا اعنى به المخالف فى الشفيف لشفيف جسم فرض فيه ضوء فاذا اضفت الجسم الى البصر اوالمبصر فانما اعنى به الجسم الذى يكون البصرا والمبصر فيه*

الفصل الثانى

فى ان الضوء ينفذ فى الاجسام المشفة على سموت مستقيمة و ينعطف اذا صادف جسما مخالفا خمسة مقاصد*

(اقول) ولبعضها (١) جمله لفائدة *

الفصد الاول (قال - ا) ان الضوء ينفذ فى جميع الاجسام المشفة على سموت خطوط مستقيمة وقد تبين ذلك فى الهواء فى المقالة الاولى وبقى فى سائر الاجسام كالماء والزجاج وسائر الاحجار المشفة *

الفصد الثانى (ب) الضوء اذا صادف جسما مخالفا فان كان عمودا على سطح المخالف مستويا كان اوكريا فانه ينفذ فيه على استقامة و الا فينعطف عن استقامته و ينفذ فيه على خط يحيط مع الاول لونفذ مستقيما بزاوية وهى زاوية الانعطاف *

الفصد الثالث (ج) لنتوهم من موقع الضوء على سطح المخالف عمودا عليه فى المخالف وسطحا مستويا مارا بنقطتى مبدأ الضوء وموقعه قائما على سطح المخالف

(١) ن - و لنقصها جملة لفائدة *

يعنى على السطح المستوى المماس لسطح المخالف على موقع الضوء فيكون العمود المذكور فيه وكذا الخط الذى عليه ينعطف الضوء فى المخالف *

(اقول) وانا اسمى السطح القائم سطح الانعطاف والخط خط الانعطاف والفصل المشترك بين سطح الانعطاف وسطح المخالف فصل الانعطاف وبين ان سطح المخالف اذا كان صقيلا فان الضوء ينعكس عنه وينعطف فيه ويكون سطح الانعكاس بعينه سطح الانعطاف *

القصد الرابع

(قال - د) وبعد ذلك فان كان جسم الضوء الطف من المخالف كان انعطاف الضوء عن استقامته الى جهة العمود المذكور وان كان اغلظ فالى خلاف جهته *

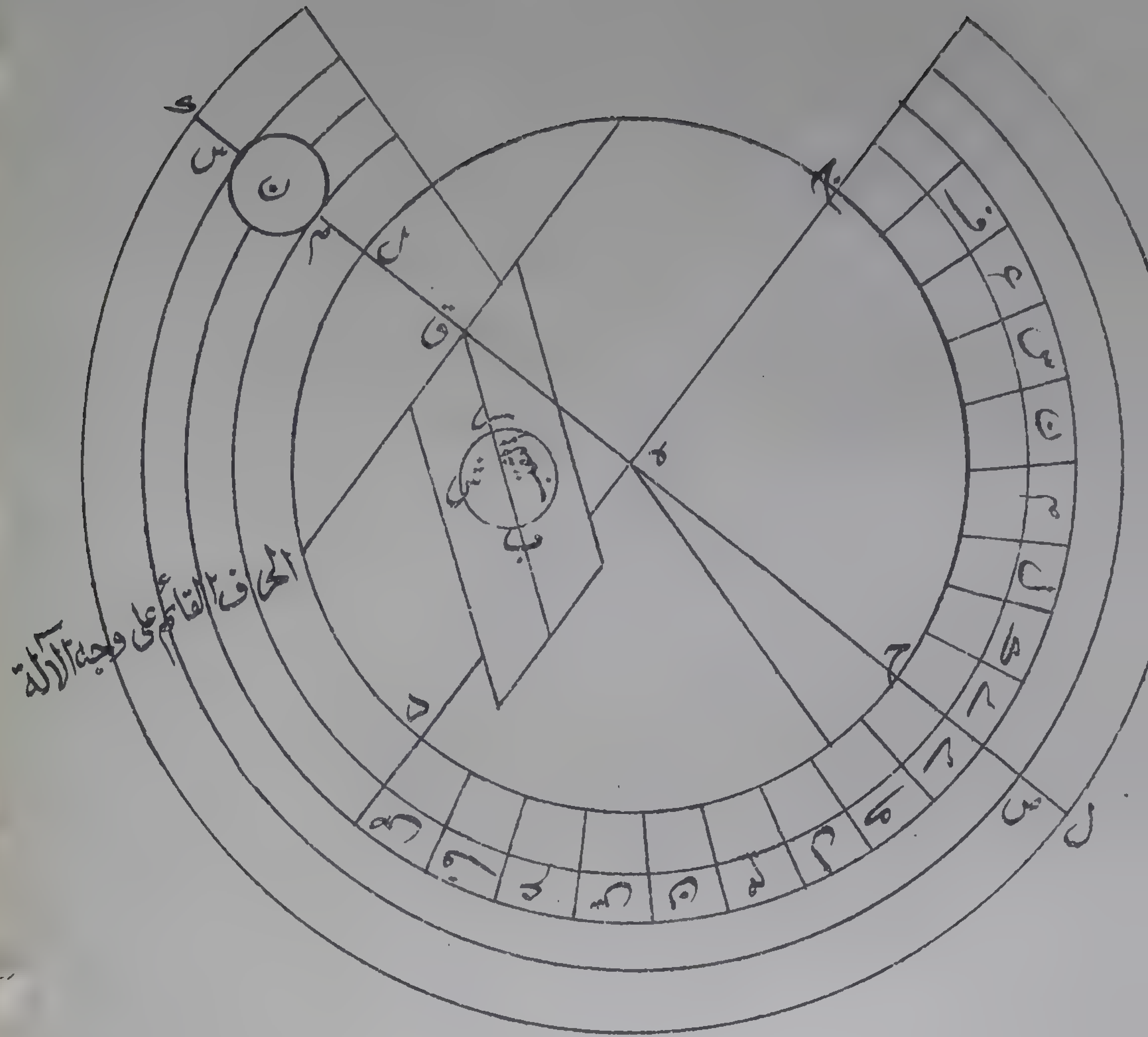
(اقول) ولنبين الاربعة مع الخامس فى مثال. فلتكن نقطة * ا * مبدأ الضوء وضوءها الواقع على سطح المخالف العمود * اه * والمائل * ا ب * وليخرج السطح المستوى المار بنقطتى * ا ب * القائم على سطح المخالف وليكن مستويا ايضا والفصل المشترك خط * ج د * فان كان الضوء عمودا على ج د * مثل * ا ه * فانه ينفذ فى المخالف على استقامته * كا ه ل * وان كان مائلا * كا ب * فلنخرج من * ب * عمود * ب ز * فى المخالف على * ج د فى المخالف ولنخرج * ا ب * الى * ح * فان كان المخالف اغلظ فان ضوء ا ب * ينعطف من نقطة * ب * الى جهة * ب ر * ولا يصل اليه ابدا مثل ب ط * وان كان المخالف الطف فينعطف الى خلاف جهة * ب ر * مثل ب ك * وزاوية الانعطاف * هى * ح ب ط * على الاول و * ح ب ك على الثانى *

القصد الخامس

(ه) زاوية الانعطاف تختلف من موقع ضوء عن مبدأ بعينهما مثل * ب

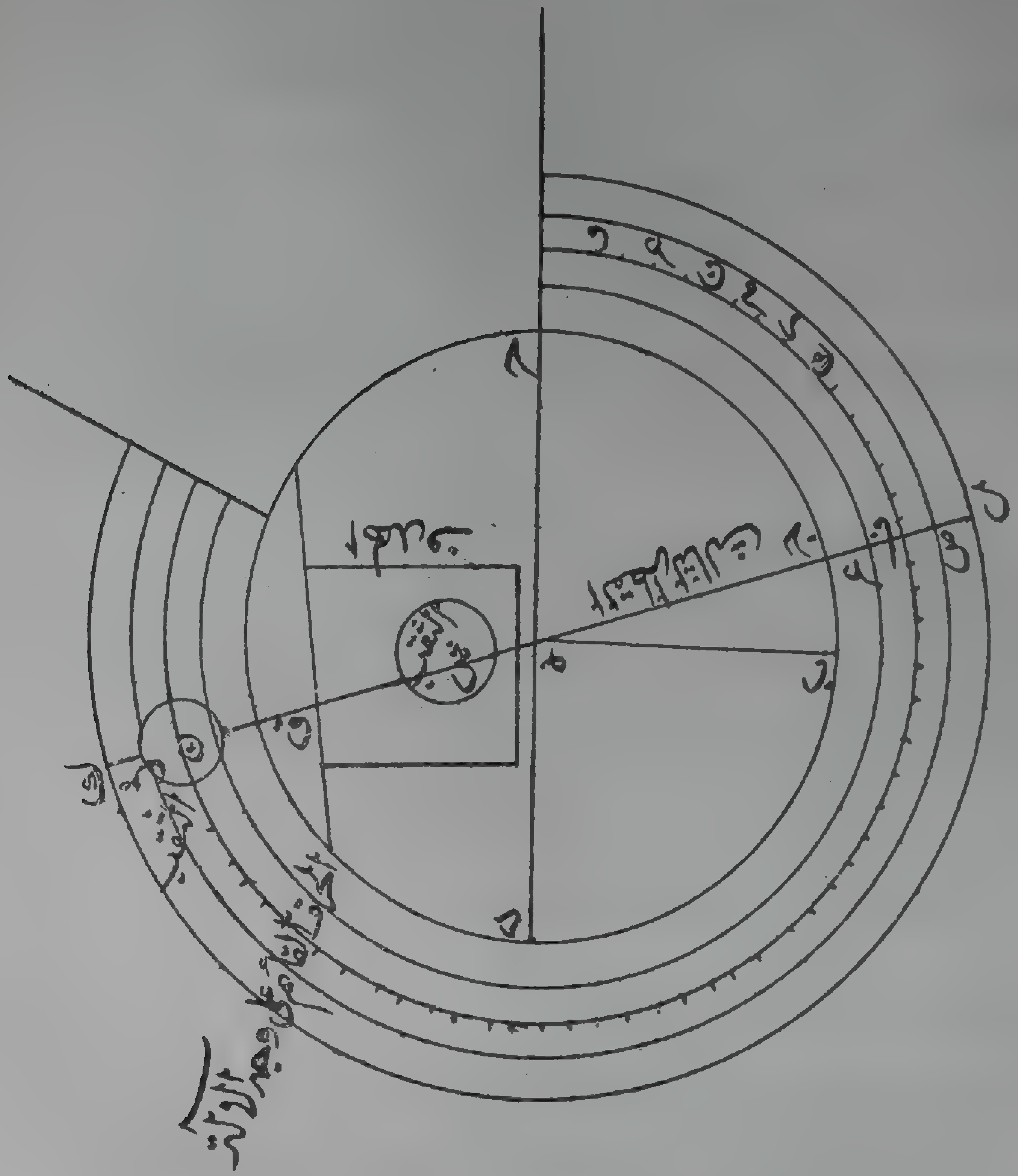
عن

الشكل ١٢٤



الشكل ب ١٢٤

هذه صورة وجه الآلة في نسخة ليدن وظاهر ان فيها اختلاف خصوصًا في هيئة الهدف - لى



عن * ا * صغراً وكبراً بحسب اختلاف المخالف فى درجات الغلظ واللطافة فان كان اغلظ من الاول فكلما كان اشد غلظا كانت زاوية * ح ب ط * اعظم وكلما كان اقل كانت اصغر وان كان الطف فكلما كان اشد لطفا كانت زاوية * ح ب ك * اعظم وكلما كان اقل كانت اصغر وعلى ذلك ان كان السطح المخالف كريا * ﴿الشكل - ١٢٤﴾

﴿قال وصف الآلة التى بها يعتبر سائر معاني المقالة﴾

يتخذ المعتبر صفيحة من النحاس مستديرة قطرها ليس باقل من ثلثى ذراع وسمكها مقتدر قوى ولها حرف مستدير حولها قائم على سطحها على زوايا قائمة ليس ارتفاعها باقل (١) من عرض اصبعين وفى وسط ظهر الصفيحة شخص صغير اسطوانى مستدير قائم على سطح الصفيحة طوله ليس باقل من ثلاث اصابع وليركب هذه الآلة فى الشهر الذى يخرط فيه الخراطون آلات النحاس ويركب احد سنى الشهر فى مركز الصفيحة والآخر فى وسط طرف الشخص الاسطوانى وليخرط الآلة خرطا صحيحا من جميع جهاتها *

(اقول) وذلك يكون مثل ام الاسطرلاب ولهذه الآلة وجه وظهر وقد وصفهما وشكل الظهر دون الوجه وانا اضيف الى ذلك تشكيل الوجه ايضا *

(قال) ثم ليخط فى وجه الصفيحة قطرى * ا ب * ج د * متقاطعين عند ه * على قوائم ثم يعلم عند قاعدة حرف الآلة نقطة * ر * وليكن بعدها عن احد اطراف القطرين وليكن * ا * قدر اصبع ثم يخرج من هذه النقطة قطرا ثالثا هو * ر ح * ثم يخرج من طرفى هذا القطر عمودى * ر ك * ح ل * على وجه الصفيحة فى سطح حرف الآلة ثم يفصل من احدهما من عند النقطة

---

(١) فى ن - باقل من ذراع من عرض الخ *

التى عند الوجه ثلثة خطوط متساوية متوالية طول كل نصف طول شعيرة
وليكن * ر م * م ن * ن س * فيعلم على العمود ثلث نقط هى * م * ن *
س * سوى التى على وجه الصفيحة ثم يرد الآلة الى الشهر ويرسم فيها ثلث
دوائر متوازية على سطح الحرف تمر بالنقط الثلاث فيقطع العمود الآخر
بالدوائر الثلث ويعلم عليه نقاط ثلث نظائر للاولى هى * ع * ف * ص * وتنفصل
خطوط كما عن الاول ويكون كل نظيرتين مثل * م ع * و * ن ف *
و * س ص * طرفى قطر لاحدى الدوائر الثلث ثم يقسم الدائرة الوسطى
من الثلث بثلاث مائة وستين جزأ وبادق من ذلك ان امكن ثم يثقب
فى حرف الآلة ثقبا مستديرا مركزه النقطة الوسطى اعنى * ن * ونصف
قطره بقدر احد الخطوط الثلثة فيما بين (١) محيط الثقب الدائرتين المتطرفتين
ثم تتخذ صفيحة لطيفة مربعة ذات سمك مقتدر طولها بقدار ارتفاع
الحرف وعرضها قريب منه وليسو سطوحها الستة المتوازية بغاية ما يمكن
فتكون نهايات السطوح خطوطا مستقيمة ثم ليعتمد سطحها الذى يحيط به
طولها وعرضها وينصف عرضه ويصل بين منتصفيها بخط ينصف السطح
طولا ثم يفصل من هذا الخط مبتدئا من احد طرفيه ثلثة خطوط متساوية
مساوية للثلثة المذكورة المفصولة عن العمود فيعلم عليه ثلث نقط كما على العمود
ولتكن * ر * ش * ت * ثم يجعل النقطة الوسطى مركزا ويبعد احد الخطوط
دائرة فيما بين (٢) النقطتين الاخيرتين ثم يجعل الدائرة ثقبا فيكون كما فى الحرف
قدرا ووضعا ثم ينصف نصف القطر الثالث الذى يلى ثقب الحرف ويجيز على
المنتصف وليكن * ق * عمودا على القطر فى وجه الصفيحة الاولى ثم يركب
الصفيحة الثانية على الاولى بحيث يركب سمكها على وجه الاولى واحد

---

(١) ن - ل - فيما * (٢) ن - ل - فيما * عرضى

عرضى وجهها الذى يلى الخطوط المفصولة على العمود الذى اجيز و نقطة منتصفه على * ق * فاذا تحررت هذه النصبة التصقت الصغيرة بالكبيرة الصاقا ثابتاً ملتحما فيتقابل الثقبان وضعا ويكون الخط المستقيم المار بمركزى الثقبين فى سطح الدائرة الوسطانية من الدوائر الثلث المتوازية وموازيا للقطر الثالث *

(اقول) وانا اذاقلت خط الثقبين فانما اريدبه هذا والصفيحة الثانية بمنزلة هدف الاسطرلاب *

(قال) واذا فرغ مما ذكرنا فليقطع من حرف الآلة الربع الذى انفصل بالقطرين الاولين الذى بين احدى نهايتيه وطرف القطر الثالث قد راصبع وهو ربع * اج * و يسوى موضع القطع حتى يستوى مع وجه الصفيحة ثم يتخذ مسطرة من النحاس طولها ليس باقل من ذراع وكل من عرضها وسمكها قد راصبعين و يسوى سطوحها الستة بغاية مايمكن ويثقب فى وسط احد سطحيها اللذين يحيط بهما طولها و عرضها ثقبا قائما على السطح الى الوجه الآخر بحيث يتهندم فيه الشخص الذى على ظهر الآلة تهندما مستحكما ثم يركب الآلة على المسطرة و يداخل الشخص فى ثقب المسطرة الى ان ينطبق سطح الآلة على سطح المسطرة وان ثقب ما يفضل من الشخص ذخل فيه شظية من النحاس تمنعه من الخروج على مثال فرس(١)الاسطرلاب كان اجود فاذا انطبق فليقطع ما فضل من طرفى المسطرة على قطر ظهر الصفيحة لانا فرضنا المسطرة اطول منه بثلث ذراع فاذا قطع الفضلتين فليردهما الى طرفها بالتركيب بان يطبق احد وجهى الفضلة على ظهر الآلة ويجعل الفضلتين من فوق طرفى ما بقى من المسطرة ويكون ما يركب من كل

(١) ن- قوس *

واحدة من الفضلتين على ثقبة المسطرة قدر اصبع واحدة فاذا تحرر هذا الوضع فليلحم الفضلتين على طرفي المسطرة او يسمرهما ثم ليتخذ مسطرة من النحاس طولها ليس اقل من نصف الذراع وعرضها ضعف قطر الثقب الذى فى حرف الآلة وسمكها مقدار قطر الثقب ويصحح المسطرة غاية ما يمكنه ثم يحذف من احد عرضيها قدر مثلث حتى يحيط نهاية طولها مع نهاية العرض بزاوية حادة ويجعل عرضها الآخر قائما على طولها على زاوية قائمة ثم ينصف هذا العرض ويخرج من المنتصف فى وجه المسطرة عمودا على العرض *

(اقول) وانا اسميه خط المسطرة *

(قال) فهذه المسطرة اذا اطبقت وجهها على وجه الصفيحة كان سطحها الاعلى فى سطح الدائرة الوسطى واذا اقيمت على حرفها كان خطها فى سطح الوسطانية وهذه صورة وجه الآلة وظهرها والمسطرة ﴿ الشكل - ١٢٥ - ١٢٦ - ١٢٧ - ﴾ *

﴿ كيفية العمل بها ويشتمل على اعتبارات سبعة ﴾

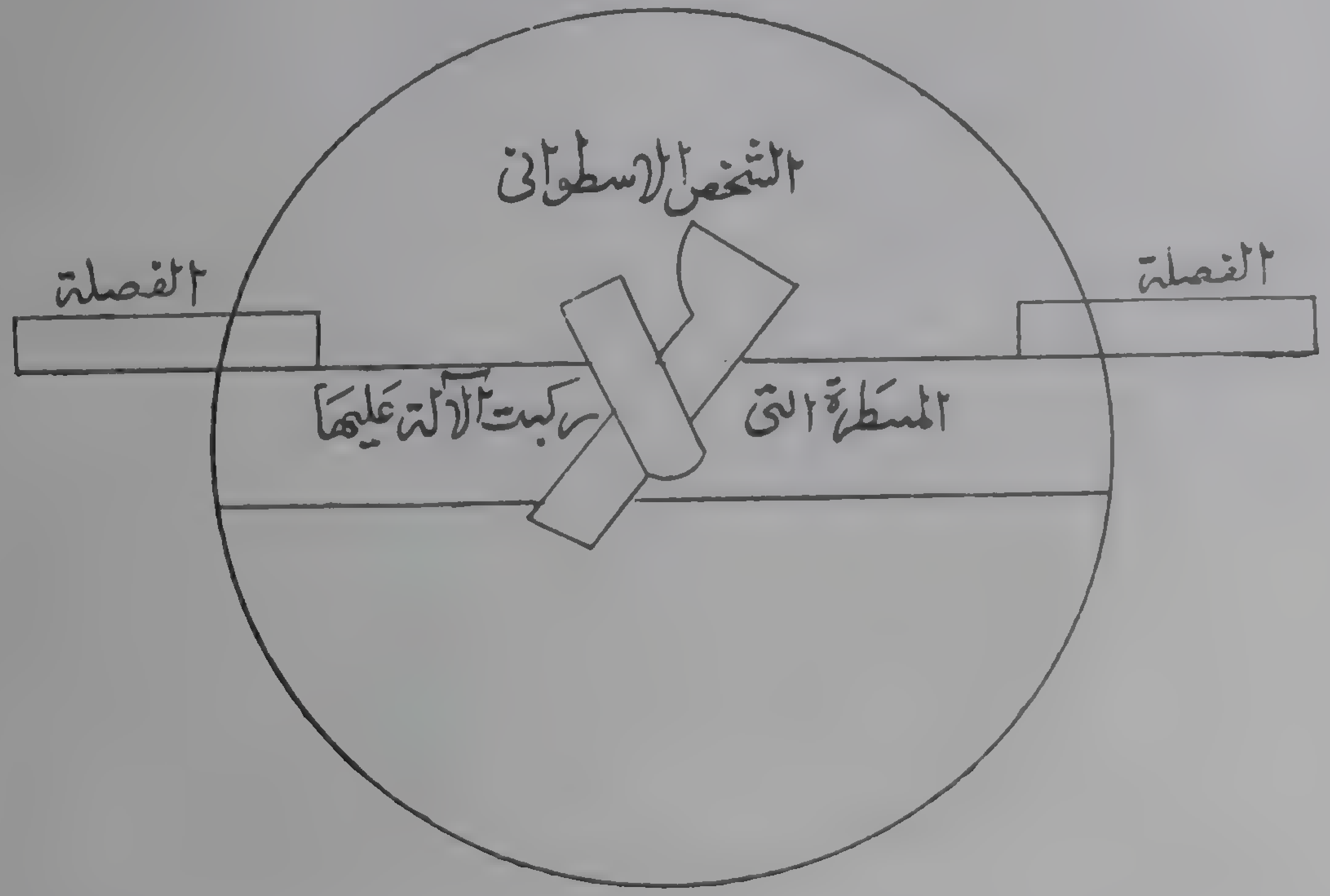
﴿ (١) اعتبار ما ذكر فى الماء ﴾

يعتمد المعتبر اناء قائم الحروف كحوض من حجر وما يماثله ويسوى حرفه حتى يكون السطح المار به مستويا ويجعل فى قرار الاناء جسما منقوشا بين النقش ثم يسكب فيه ماء صافيا ويصبر الى ان تسكن حركته ثم يطلع على الاناء ويجعل بصره منه بحيث يكون الخط المتوهم بين بصره وبين ما فى القرار عمودا على سطح الماء عند الحس ويحفظ هذا الوضع ويتأمل ما فى قراره فانه يجده على ما هو عليه لو كان الاناء خاليا فيتحقق ان

ما

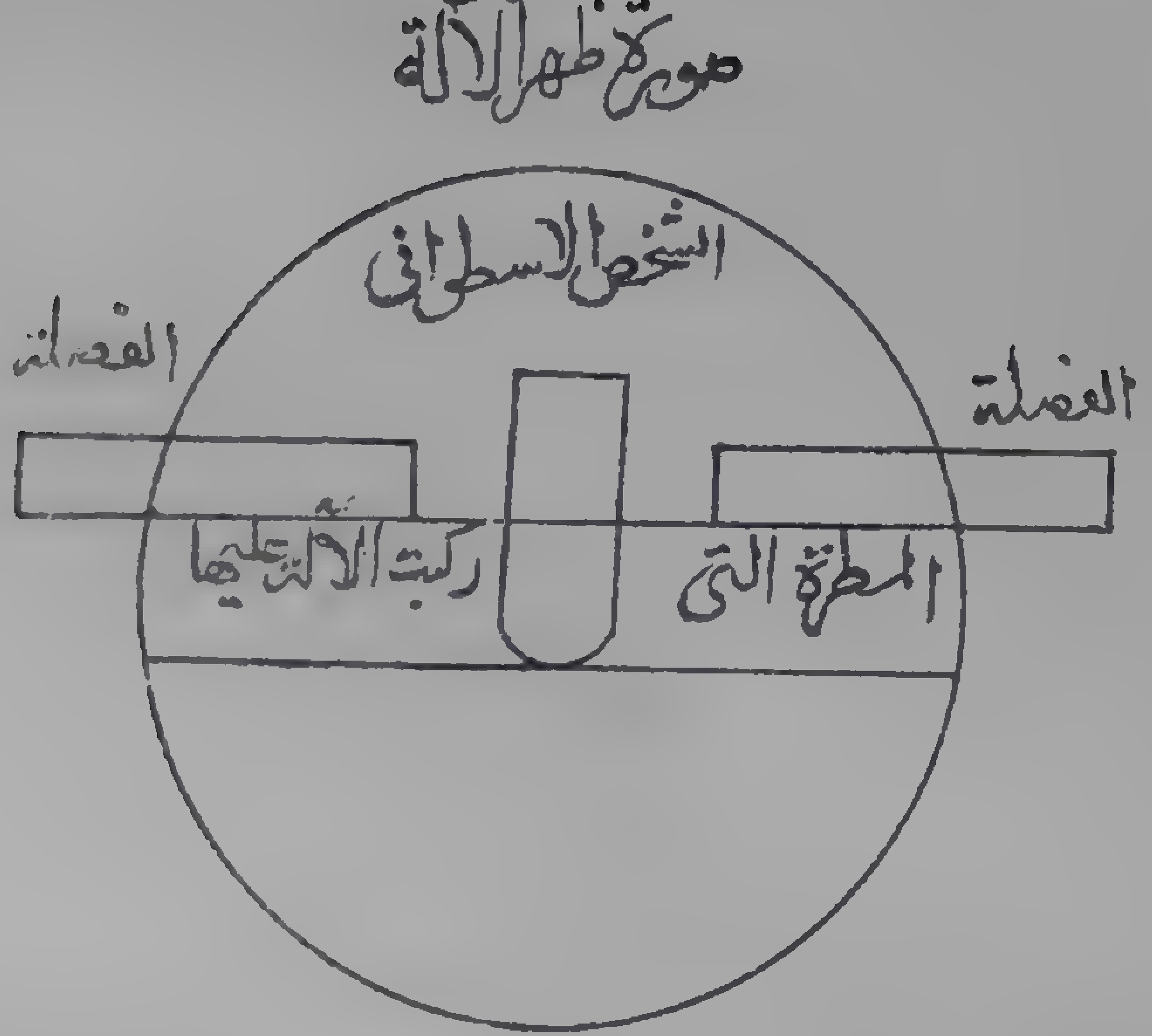
الشكل الـ ١٢٥

صورة ظهر الآلة

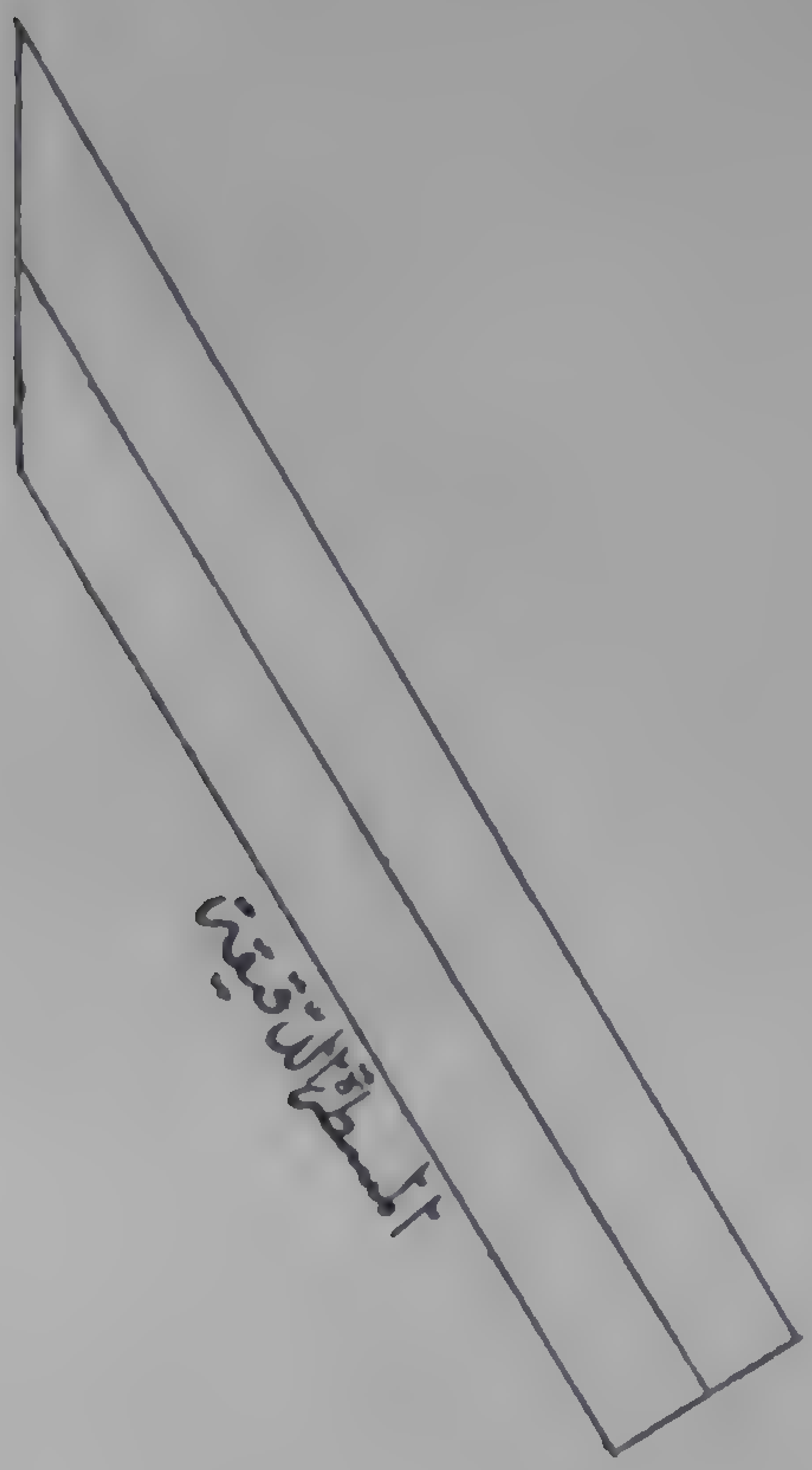


الشكل ب ١٢٥

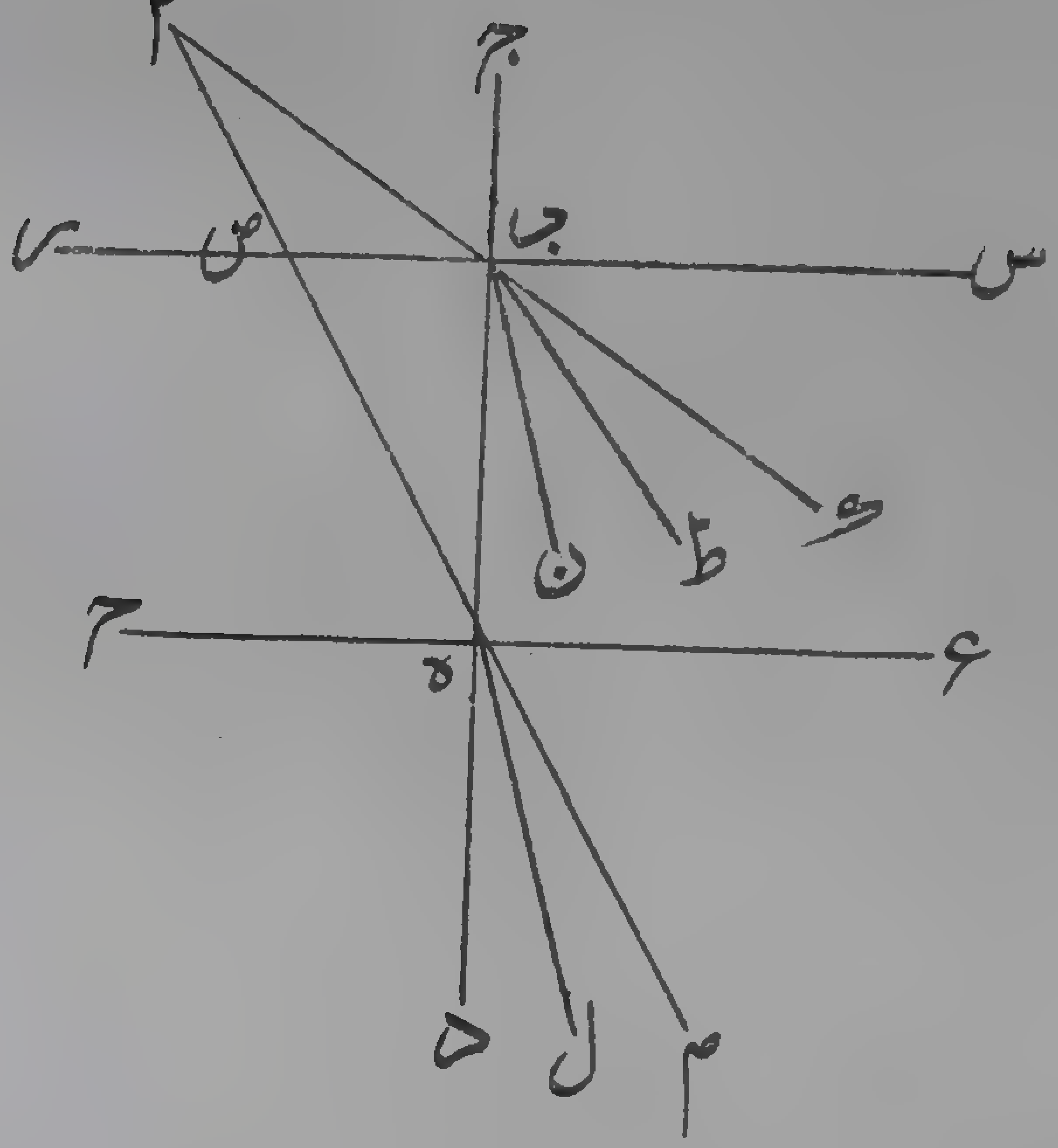
هذه صورة ظهر الآلة فى النسخة اليدينة ـ ك



الشكل ١٢٦



الشكل ١٢٧



ما يدركه فى قراره اذا نظر اليه على ذلك الوضع ادرك ترتيب اجزائه على ماهو عليه ثم يضع الاناء موضعا تشرق عليه الشمس ويتحرى ان يكون سطح دائرة حرف الاناء موازيا للافق وذلك يسهل بأن يرسم داخل الاناء قريبا من محيط حرفه وليكن بأقل من اصبع دائرة موازية لمحيط حرفه و يجعل الفصل المشترك بين سطح الماء و سطح حرفه ثم يدخل الآلة فى الاناء على هيئة سطح يقام على سطح الماء الى ان تنطبق الفضلتان على حرف الاناء ويصير نصف الآلة مع جميع المسطرة في داخل الاناء ثم يزيد فى الماء او ينقص منه الى ان ينتهى الماء الى مركز الصفيحة ثم يدير الآلة حول الاناء الى ان يستظل ما فى داخل الماء من حرفها او بعضه بما فوق الماء منه ثم يمسك المسطرة باحدى يديه ويدير الآلة بالاخرى على نفسها الى ان يحاذى ثقب الحرف جرم الشمس وينفذ ضوءها منه فى الثقب الثانى الذى فى الهدف وينفذ منه الى سطح الماء وليتحر ان يكون وضع الضوء الذى على سطح الماء من الثقب الثانى وضعا معتدلا *

(اقول) ليكون مستدير الشكل حسا *

(قال) فاذا تحرر هذا الوضع فيرفع يديه عن الآلة و يعود الى وضعه المحفوظ اولا و ينظر الى قرار الماء من الربع المقطوع ليجد الضوء النافذ من الثقبين على باطن حرف الآلة كدائرة مركزها على محيط الوسطانية ويكون محيطها متجاوزا عن الدائرتين المتطرفتين قدرا يسيرا على التساوى ثم يعتمد عودا دقيقا كالخلالة و ماشابهها و يلصقها بظاهر الثقب الاعلى كالقطر له و ينظر الى الضوء الذى فى داخل الماء والذى فى سطح الماء فانه يرى ظلها كالقطر للضوءين وكذلك ان جعلت الخلالة نصف قطر فانه يجد ظلها

كذلك فطرف ظلها على مركزى الضوئن وعلى اى وضع جعلها من الاوتار
وانصافها واجزائها فانه يرى ظلها كذلك وكذا ان جعل الخلالة على الثقب
الثانى باى وضع شاء فيتبين من هذا الاعتبار ان الضوء انما يصل الى مركز
الضوء الداخل من مركز الضوء الذى على سطح الماء فان كان الضوء الذى
فى سطح الماء خفيا فليدخل المسطرة الدقيقة فى الماء و يلصق حرفها بسطح
الصفيحة و يجعل وجهها الذى فيه الخط يلى سطح الماء و يحركها حتى يصير
سطحها مع سطح الماء واذا كانت المسطرة قائمة على حرفها فان خطها فى سطح
الدائرة الوسطى وعند هذا الوضع يظهر الضوء الذى فى سطح الماء على
سطح المسطرة ومركزه على خطها فاذا اعتبر حاله بالخلالة تبين ان مركزه
على خط الثقبتين وكان سطح الماء مارا بمركز الصفيحة فكذلك سطح المسطرة
فبعد مركز الضوء من مركز الصفيحة مثل نصف عرض المسطرة فمركز
الضوء هو مركز الدائرة الوسطى ثم ينبغى ان يرفع المسطرة و يلصق
وجهها الذى يقابل الوجه الذى فيه الخط بسطح الصفيحة و يجعل زاويتها
الحادة عند مركز الضوء الداخل اعنى الزاوية التى فى وجه الخط و يحرك
المسطرة حتى يصير الحد الاسفل منها مارا بمركز الصفيحة فيكون حدها
الاعلى الموازى للاسفل الموضوع طرفه على مركز الضوء الداخل مارا بمركز
الوسطى فتكون النقطة من حدها الاعلى التى فى سطح الماء هو مركز الدائرة
الوسطى فهو مركز الضوء الذى فى سطح الماء والحد الاعلى قطرا للوسطى
فاذا تحرر هذا الوضع فليعتمد خلالة طويلة يدخلها فى الماء و يجعل رأسها
على نقطة من الحد و يتأمل الضوء الداخل فانه يجد ظل الخلالة قاطعا للضوء
و رأسه عند قرنة المسطرة التى عند مركز الضوء ثم يغير وضع الخلالة

 ورأسها

و رأ سها فى موضعه فيتغير وضع الظل من الضوء الداخل فظل رأس الخلالة غير مفارق عن مركز الضوء ثم يرفع الخلالة فيعود الضوء الى موضعه وكذا ان جعل الخلالة على عدة مواضع من الحد واعتبر كما ذكر وجد الامر على ماذكر فتبين واضحاً ان الضوء الوارد الى مركز الضوء الداخل هو من مركز ضوء السطح على سمت الخط المستقيم الذى هو حد المسطرة واذ ذاك فتبين المقصد الاول فى الماء و ينبغى للمعتبر ان يعلم على مركز الضوء الداخل علامة باقية بخدشة من حديد ونحوه واذا تأمل مركز الضوء فانه و ان كان على الوسطى لكن لا يجده على موازاة القطر الثالث اعنى على عمود ح ل * بل يجد بين طرف قطر الوسطى اعنى * ف * وبين مركز الضوء بعدا محسوساً واذا تبين له ذلك فينبغى ان يداخل المسطرة الدقيقة فى الماء ويلصقها بوجه الصفيحة ويجعل حد المسطرة على مركز الصفيحة ويحرك المسطرة الى ان يصير حدها قائماً على سطح الماء عند الحس ثم يتأمل فانه يجد مركز الضوء الداخل فيما بين حد المسطرة وبين * ف * وليعلم ايضا عند طرف المسطرة علامة باقية فيتبين ان الضوء قد مال عن استقامة قطر الوسطى اعنى خط الثقبين الى جهة العمود الخارج من موقع الضوء وليس هذا الانعطاف فى الهواء ولا فى الماء فبقى ان يكون عند سطح الماء وهو من المقصد الثاني - ولان طرفى الخط الذى انعطف عليه الضوء فى سطح الوسطى وكذا طرفا العمود الخارج من موقع الضوء نخط الضوء اعنى خط الثقبين والعمود الذى انعطف عليه جميعا فى سطح الوسطانية وهو من المقصد الثالث - ثم الانعطاف المذكور انما يوجد اذا كان الضوء النافذ من الثقبين مائلا على سطح الماء فاما اذا كانت الشمس عند سمت الرأس والضوء قائم

على سطح الماء فيوجد نافذا على استقامة الى * ف * غير منعطف وهذا ايضاً من المقصد الثانى. ومساكن هذا الاعتبار واوقاتها لاتخفى على اهل هذا العلم *

الاعتبار الثانى

﴿ ٢ - اعتبار ماذكر فى الزجاج اذا كان مستوى السطح ﴾

يتخذ المعتبر عدة قطع من الزجاج النقى الصافى ولتكن كلها مكعبة متساوية فى غاية ما يمكن من الصحة طول كل ضعف قطر الثقب ولتسو سطوحها بالحك غاية ما يمكن ثم لتجل جلاءاً شديداثم ليخرج فى وسط الصفيحة قطر مقاطع للثالث على قوائم وليرسم بالحديد ليبقى اثره ثم يركب احدى الزجاجات على وجه الصفيحة بان يطبق احد سطوحها على وجهها و واحد من اضلاعه على القطر المخرج و يجعل منتصف الضلع عند مركز الصفيحة وجسم الزجاجة مما يلى الثقبين فيصير خط الثقبين مارا بوسط سطح الزجاجة فاذا تحرر هذا الوضع الصق الزجاجة بالصفيحة الصاقا ثابتا وليكن سهل الفك اذا اريد ثم يأخذ الثانية ويجعلها من وراء الاولى اعنى مما يلى الثقبين و يطبق سطحها على سطح الصفيحة بحيث ينصفه القطر الثالث على موازاة ضلعيه المتوازيين و يلصق احد سطوحها القائمة بسطح الزجاجة الاولى ثم يلصقها بالصفيحة كالصاق الاولى ويفعل مثل ذلك بعدة من الزجاجات الى ان ينتهى الى الهدف او يقرب منه بحيث لا يبقى موضع زجاجة اخرى فيكون حينئذ القطر الثالث مارا باوساط سطوح الزجاجات كلها وارتفاع الزجاجات ضعف قطر الثقب فيكون خط الثقبين مارا بمراكز سطوح الزجاجات قائما على السطوح كلها ثم يعتمد المسطرة الدقيقة فيقيمها على حرفها فى وسط الصفيحة ويجعل وجهها مما يلى الزجاجة

الاولى

الاولى ونهاية طول المسطرة قاطعة للقطر الثالث على قوائم فاذا تحرر هذا الوضع الصق المسطرة بالصفيحة الصاقا ثابتا سهل الفك فيكون اذن خط الثقبين قاطعا لخط المسطرة على قوائم وهما معا فى سطح الوسطانية ثم ليركب الآلة فى الاناء المقدم ذكره المحرر وضعه من الافق وليكن خاليا من الماء وليضع الاناء فى الشمس ويدير الصفيحة على نفسها الى ان ينفذ ضوء الشمس من الثقبين على الزجاجات ثم ينفذ منها الى وجه المسطرة ويكون وجه المسطرة حينئذ مستظلا بحرف الآلة من فوق فيظهر عليه الضوء ويتأمل فانه يجد مركز الضوء على خط المسطرة ثم ليأخذ خلالة وليضع طرفها على مركز ثقب الحرف فانه يرى ظل طرفها عند مركز الضوء على وجه المسطرة و عند ذلك فلينقط على طرف الظل الذى فى وسط الضوء الذى على المسطرة نقطة بالسواد فتكون على خط المسطرة وكذا اذا اعتبر(١) ظل الخلالة من وضعها على الثقب الثانى اوعلى الضوء الذى على سطح الزجاجة مما يلى الثقب الثانى وكذلك ان نقط بالسواد نقطة وسط الضوء الذي على سطح الزجاجة فانه يرى ظلها عند وسط الضوء الذى على وجه المسطرة حيث النقطة المعلمة فتبين من ذلك ان ضوء خط الثقبين يمر بوسط الزجاجة وينتهى الى مركز ضوء المسطرة فاذا تم هذا الاعتبار فيقلع الزجاجة التى تلى الثقب الثانى ويتأمل الضوء ويعتبر مثل اعتباره اولا فانه يجد الامر كما وجده اولا وكذلك يقلع الثانية والثالثة الى آخرها وفى كل مرة يعتبر اعتباره ليجد كما وجده فتبين له من ذلك ان ضوء الثقبين قد مر بمراكز سطوح جميع الزجاجات على استقامة فالضوء ينفذ فى الزجاج ايضا على سموت خطوط مستقيمة واذا كان عمودا على سطحه المستوى فانه

---

(١) ن - غير ☆

ينفذ فيه على استقامة وذلك من المقصد الاول والثانى*

الاعتبار الثالث

٣ - اعتبار النفوذ اذا كان سطحه كريا

ليتخذ نصف كرة من الزجاج او البلور فى غاية ما يمكن من الصحة والصفاء والجلاء وليكن نصف قطرها اقل مما بين الهدف و مركز الصفيحة ثم ليخرج فى قاعدتها قطرا ويفصل عنه من عند مركزها خطا مساويا لقطر الثقب ويخرج فى القاعدة من موضع الفصل وترا يكون عمودا على القطر ثم ليقطع الزجاجة بالخرط و الحك على هذا الوتر بسطح قائم على قاعدة الزجاجة ويقدر الزاوية التى بين السطحين بزاوية قائمة تعمل من النحاس ويحرر القطع بغاية ما يمكن و يجلو موضع القطع فيكون الفصل المشترك بين سطحى القطع والقاعدة القائم احدهما على الآخر خطا مستقيما هو الوتر المخرج اولا والخط الواصل بين مركز الكرة ومنتصف الفصل عمودا على سطح القطع وليعلم على المنتصف علامة ثم يركب هذه الزجاجة على الصفيحة ويجعل حدبتها مما يلى الثقبين ويطبق سطح القطع على وجه الصفيحة والفصل على القطر المخرج القائم على القطر الثالث ومنتصف الفصل على مركز الصفيحة فاذا تحرر هذا الوضع يلصقها بالصفيحة الصاقا ثابتا ثم يركب المسطرة الدقيقة على وجه الصفيحة مواجهة لقاعدة قطعة الكرة الزجاجية كما ركبت فى الاعتبار المتقدم ويضع الآلة فى الاناء والاناء فى الشمس كما مر و يتأمل الضوء الذى على وجه المسطرة و يعتبر بظل الخلالة كما اعتبر فانه يجد الامر كما وجد وذلك ان الضوء نفذ فى الزجاجة على خط مستقيم وهو فى هذه الحالة اعنى ضوء الثقبين عمود على سطح الزجاجة الكرى نافذ فيها على استقامة وانما قلنا ان الضوء عمود على سطح الكرة لان هذا الضوء مواز للقطر الثالث

والبعد

والبعد بينهما بقدر قطر الثقب وكذلك الخط المخرج من مركز الكرة الزجاجية الى مركز الثقب والخطان اعنى الضوء والخط المخرج معاًفى سطح الوسطانية فالضوء يمر بمركز الكرة فيكون عموداعلى سطحها ثم ينبغى للمعتبران يرفع المسطرة ويتأمل الضوء فانه يجده على حرف الآلة ومركزه على الفصل المشترك بين الخط القائم على طرف القطر الثالث ومحيط الوسطانية اعنى *ف* فمركز الضوء الذى على حرف الآلة ومركز الكرة ومركز الثقب جميعا على خط واحد هوقطر الوسطانية وبين ان هذا الضوء قائم على قاعدة نصف الكرة وعلى سطح الهواء المتصل به فان سكب الماء فى الاناء الى ان يصل الى الزجاجة وتجاوزها ووضع الآلةوالاناء كما ذكرفانه يجد مركزالضوء ايضاً على طرف قطرالوسطانية وان قلع المعتبر الزجاجة وعكس وضعها اعنى انه جعل قاعدتها مما يلى الهدف والفصل المشترك بين القاعدة وسطح القطع قاطعا للقطر الثالث على قوائم ومنتصفة على القطر وتأمل الضوء الذى عند حرف الآلة فانه يجد مركزه على طرف قطر الوسطانية فتبين نفوذ الضوء فى الزجاجة على استقامة وكذلك لوسكب الماء فى الاناء الى ان يبلغ الزجاجة فتبين من جميع الاعتبارات ان الضوء اذا لقى جسما مخالفا وكان عمودا على سطحه فانه ينفذ فيه على استقامة سواءاً كان اغلظ اوالطف *

(٤) اعتبار النفوذ اذا كان الضوء مائلا

ينبغى ان يقلع الزجاجة ويردها الى الصفيحة ويجعل السطح المستوى اعنى القاعدة مما يلى الثقبين ووسط الفصل على القطر الثالث والقطر مائلا على الفصل الى الجهة التى كان ميله اليهاعند اعتبار الماء فيكون العمود الخارج من مركز الكرة على سطح القاعدة الممتدة فى جسم

الزجاجة مائلا عن خط الثقبين نحوهما ثم يلصق الزجاجة على الوضع المذكور ويضع الآلة فى الاناء والاناء فى الشمس ويعمل العمل المذكور ويتأمل الضوء الداخل فانه يجد مركزه على محيط الوسطانية لكن لا على * ف * بل مائلا عنه الى جهة العمود وضوء الثقبين يصل مستقيما الى مركز الكرة وينفذ فيها مستقيما فيكون نفوذه على سمت قطر من اقطار الكرة فيكون عمودا على سطح الكرة فينفذ فى الهواء المماس لها داخل الآلة على استقامة فلو كانت استقامة القطر استقامة الضوء النافذ فى الثقبين لكان مركز الضوء الداخل * ف * ولما لم يكن دل على انه ينعطف عند سطح الزجاجة المستوى الى الجهة المذكورة اعنى جهة العمود الخارج من موضع الانعطاف على سطح المخالف وذلك من المقصد الرابع *

الاعتبار الخامس

(٥) اعتبار المذكور بوجه آخر

ينبغى ان يقلع الزجاجة وير كبها بالعكس اعنى انه يجعل محدبها مما يلى الثقبين ويجعل وسط الفصل المشترك على مركز الصفيحة والفصل مائلا على القطر الثالث ويلصق الزجاجة الصاقا ثابتا ويخرج من مركز الصفيحة خطا فى وجهها عمودا على الفصل فيكون عمودا ايضا على سطح القاعدة ثم يدخل الآلة فى الاناء ويضعها فى الشمس ويعمل عمله ويتأمل الضوء الداخل فانه يجد مركزه على الوسطانية لا على *ف * بل مائلا عنه الى ضد جهة العمود المخرج من مركز الصفيحة وهذا الضوء يمتد فى الزجاجية على استقامة ضوء الثقبين لان خط الثقبين يمتد مستقيما الى مركز الوسطانية وهو مركز الكرة بعينه فالخط عمود على سطح الكرة

فينفذ

فينفذ فيها مستقيما ولكونه غير منته الى * ف * فهو منعطف عند مركز الكرة من سطح القاعدة ولانه منعطف الى ضد جهة العمود وهو نافذ فى الهواء من الزجاج والهواء الطف فتبين ان الانعطاف اذا كان من الاغلظ الى الالطف فانه يكون الى خلاف جهة العمود وذلك من المقصد الرابع وان سكب فى الاناء ماء الى ان يبلغ مركز الصفيحة و تأمل الضوء وجد على مثل الحالة الاولى الا ان بعد مركز الضوء عن * ف * يكون اقل مما كان فى الهواء والماء اغلظ من الهواء والطف من الزجاج فتبين ان الضوء اذا انعطف من الاغلظ فى الالطف فكلما كان المنعطف فيه اقل لطافة كانت زاوية الانعطاف اصغر وهذا من المقصد الخامس وعلى جميع مراتب اللطافة فان الانعطاف يكون الى ضد جهة العمود *

(٦) الاعتبار بوجه آخر

ينبغى ان يقلع الزجاجة ثم يركبها على وجه الصفيحة بحيث تكون حدبتها مما يلى الثقبين وسطح قطعها منطبقا على وجه الصفيحة والفصل على القطر القائم على القطر الثالث ووسط الفصل خارجا عن مركز الصفيحة ويلصق الزجاجة ويقيم المسطرة الدقيقة على حرفها على وجه الصفيحة تحت الزجاجة موازيا للقطر القائم مواجهة للزجاجة فيكون خط الثقبين غير منته الى مركز الكرة بل يكون عن جنبة منها و يكون مائلا كذلك على سطح الكرة ثم يضع الآلة فى الاناء و الاناء فى الشمس على الوضع المذكور ويعمل عمله ويتأمل الضوء على وجه المسطرة فانه يجد مركزه على الخط لكن لا على استقامة خط الثقبين بل مائلا عنه الى الجهة التى فيها مركز الزجاجة فخط الثقبين قائم على قاعدة الزجاجة لانه مواز لقطر الصفيحة القائم على القاعدة فضوء

الثقبين لو امتد على استقامة فى الزجاجة الى سطحها المستوى كان يمتد على استقامة فى الهواء ايضاً وكان مركز الضوء على استقامة واذ ليس فهذا الانعطاف لايكون الا عند سطح الزجاجة الكرى وهو على الطريقة المعلومة اعنى انه منعطف الى جهة العمود *

(واعلم) ان الضوء عند خروجه من سطح القاعدة يكون منعطفا الى ضد جهة العمود الا انه اذا كانت المسطرة قريبة جدا من سطح الزجاجة فالميل لايكون بينا عند الحس *

الاعتبار السابع

٧ الاعتبار بوجه آخر

ينبغى ان يقلع الزجاجة ثم يركبها على وجه الصفيحة بحيث يكون سطح قاعدتها مما يلى الثقبين والفصل منطبقا على القطر القائم ووسطها خارجا عن مركز الصفيحة ويلصقها ويعمل كما عمل ثم يتأمل الضوء فانه يجد مركزه على محيط الوسطانية لكن لاعلى * ف * بل مائلا عنه الى الجهة التى فيها مركز الكرة ولما كان خط الثقبين عمودا على سطح القاعدة فالضوء ينفذ فيها على استقامة الى سطحه(١) الكرى فلو نفذ فى الهواء على تلك الاستقامة لكان مركز الضوء * ف * ولما كان مائلا عنه الى الجهة المذكورة والعمود القائم على موضع الانعطاف من سطح الكرة مائل عن * ف * الى خلاف تلك الجهة فهذا الانعطاف هو الى ضد الجهة التى فيها العمود وان سكب فى الاناء ماء وجعل الماء دون مركز الصفيحة وفوق موضع الانعطاف من سطح الكرة وجد الانعطاف كما وجده الا ان مركز الضوء يكون اقرب الى طرف القطر اعنى * ف * فذلك انما هو لكون الماء اقل لطافة من الهواء فزاوية الانعطاف فيه اصغر منها فى الهواء *

(١) سطحها ☆

تتمة البرهان على جميع المقاصد

واذ قد وجدناهذه الاحوال فى ضوء الشمس علمنا انها من خواص الضوء مطلقا لما قد تبين فى المقالة الاولى ان من خاصية الضوء الامتداد على سموت مستقيمة ذاتيا كان اوعرضيا قويا كان اوضعيفا ويمكن ان تعتبر هذه المعانى فى الاضواء العرضية اذا فرضنا بيتامظلما فيه ثقب مقتدر يدخل منه ضوء النهار بالآلة المذكورة والاعمال المشروحة *

تكملة المقاصد

وقد تبين فى المقالة الاولى ان كل ضوء فى جسم مضيئ ذاتيا كان اوعرضيا قويا كان اوضعيفا فان الضوء يمتد من كل نقطة منه على كل خط مستقيم يصح ان يمتد من تلك النقطة فى الجسم الذى هى فيه فتبين من جميع مابيناه بالقياس والاعتبار ان كل ضوء فى جسم مضيئ فان كل نقطة منه يمتد منها ضوء فى الجسم المماس لها على كل خط مستقيم يصح ان يمتد منها واذا صادفت جسما مخالفا فالقائمة على سطح المخالف تنفذ فيه على استقامتها والمائلة تنعطف الى آخر الاحكام المذكورة *

(اقول) فان قيل على المقدمة الاولى التى ذكر تقدمها اذا كان كذلك فاذا استضاء سطح الماء فى الاناء عن ضوء الثقب قدر دائرة فكان من الواجب ان يستضيئ جميع اجزاء الماء وجميع سطح حرف الآلة الذى فى الماء من ذلك الضوء على السواء فلم يرى الضوء عن حرف الآلة قدر تلك الدائرة ولا يرى ضوء مثله فى سائر اجزاء الماء وسطح الحرف - قلنا ذلك الضوء الذي يراه هو الضوء الاول الذى يمتد من نفس النير والذى تستضيئ به سائر اجزاء الماء فذلك ضوء ثان يمتد اليها من الدائرة المضيئة من سطح

الماء والضوء الاسطوانى النافذ فى الماء الى قراره وذلك مشاهد فانا نرى عيانا استضاءة جميع اجزاء الماء عند استضاءة قدر يسير من سطحه ونفوذ ذلك الضوء فيه الا انها اضعف بكثير من استضاءة الجزء من حرف الاناء بالضوء الداخل *

(فان قيل) ذلك الاستضاءة باى وجه من الوجوه الثلثة *

(قلنا) بالاستقامة فقط *

قال لمية الانعطاف

فاما لمية الانعطاف على النحو المذكور فهى ان الضوء ينفذ فى الاجسام المشفة بحركة فى غاية السرعة بحيث تخفى عن الحس كما قد تبين فى المقالة الثانية ولان الغلظ من موانع الحركة فالحركة فى اللطيف اسهل منها فى الغليظ والجسم المشف يمانع الضوء بحسب ما فيه من الغلظ لان كل جسم طبيعى فانه لا يخلو من غلظ وذلك ان الصفاء والشفيف ليس له غاية فى التخيل وهو فى الاجسام الطبيعية ينتهى الى غاية لا يصح ان يتجاوزها فالاضواء تنفذ فى الاجسام بحسب شفيفها وتمانعها الاجسام المشفة بحسب غلظها فاذا صادف الضوء فى نفوذه جسما اغلظ كانت ممانعته لحركة الضوء اشد من ممانعة الجسم اللطيف الذى امتد فيه واذا مانع الحركة تغيرت ضرورة فان كانت الممانعة قوية ردت الحركة الى الجهة المضادة ولم يمكن للمتحرك حينئذ النفوذ فى الجهة التى كان متحركا اليها والمتحركات الطبيعية التى تتحرك على استقامة اذا نفذت فى جسم من الاجسام المنفعلة فان نفوذها على العمود القائم على سطح الجسم يكون اسهل وهذا المعنى يوجد مشاهدة فان انسانا لو اخذ لوحا رقيقا فسد به ثقبا واسعا وسمره من جوانبه

واخذ

واخذ كرة من الحديد ووقف مقابلا للوح ورمى بالكرة على اللوح بقوة قوية وتحرى ان تكون حركتها على العمود القائم على سطح اللوح فان اللوح ينخرق و تنفذ الكرة فيه اذ اللوح فرض رقيقا والقوة قوية وان تحرى ان تكون حركة الكرة على خط مائل على سطح اللوح والقوة بحالها فان تلك الكرة تزلق على اللوح ولا تخرقه اذا لم يكن فى غاية الرقة وتميل عن جهة حركتها الى جهة اخرى وكذلك ان اخذ سيفا وضرب به عودا قويا بحيث يكون حد السيف قائما على سطح العود فانه يقطع العود وان ميل السيف لم يقطع بل ربما قطع بعضه وربما انقلب السيف وكلما كان اميل كان تاثيره فى العود اضعف وامثال ذلك كثيرة فتبين من هذا الاعتبار ان الحركة على العمود اسهل واقوى وان ما كان من المائلة اقرب الى العمود كان الحركة عليه اسهل مما بعد فالضوء اذا صادف جسما مشفا اغلظ فانه لغلظه يمانعه من النفوذ فى جهة حركته وليست الممانعة في غاية القوة فليس يعود فى الجهة التى تحرك منها فان كانت حركة الضوء على سطح المشف نفذ على استقامته لقوة الحركة وان كانت على خط مائل فلا اضعفها فيميل الى جهة هى اسهل نفوذا واسهل الحركات على العمود ثم على ماهو اقرب منه فالاقرب ولان الحركة المفروضة هى على خط مائل على سطح المشف فهى مركبة من حركتين حركة في جهة العمود النافذ وحركة فى جهة العمود الثانى على العمود الاول عند مبدأ النفوذ و لما عاقه غلظ الجسم عن النفوذ مستقيما وليست ممانعته في غاية القوة لزم ان يميل الى الجهة الاسهل وهى لما لم تكن الجهة التى اليها الحركة اولا لمكان الممانعة ولا جهة العمود على سطح المشف لعدم بطلان الميل الى جهة العمود الثانى بل انما اعتاق عنها اعتياقا فقط فوجب ان يميل الى جهة بين الجهتين

وينعطف عن استقامته الى جهة العمود القائم على سطح المشف النافذ من موقع الضوء وكذلك اذا تحرك الضوء فى جسم مشف غليظ ثم صادف جسما الطف وخرج من الغليظ كانت حركته اسرع واسهل واذا كان مائلا على سطح المشف فحركته مركبة من الحركتين المذكورتين فتكون ممانعة الجسم الاغلظ له عن الجهة التى اليها يخرج العمود الثانى اشد فاذا خرج ونفذ فى الالطف كانت الممانعة اضعف وكانت حركته فى تلك الجهة اقوى فينعطف لذلك الى خلاف جهة العمود *

(اقول) وانما اعتبر الممانعة عن الجهة التى اليها يخرج العمود الثانى دون الاول لانه لاممانعة عن جهة الاول اذ ذلك اقوى الحركات واسهلها وانما الممانعة مقصورة على الحركة الثانية هذا ماذكره ابن الهيثم رحمه الله في لمية الانعطاف على النحو المشروح ولايخفى انه كلام خطابى وبيان تمثيلى واما تمثيله بالسيف فذلك مخالف لمايعتقده مزاولو السيوف فانهم يرون ان السيف اذا لم يكن مائلا فلاقوة لضربته وانما قوتها عند مايكون حده مائلا على ضريبته *

الفصل الثالث

فى كيفية انعطاف الضوء فى الاجسام المخالفة سبعة مقاصد *

مقدمة

قد تبين ان الضوء اذا انعطف فى جسم فان خطيه اللذين امتد على احدهما وانعطف على الآخر فى سطح واحد وهو عند الاعتبارات المذكورة سطح الوسطانية وهذا السطح قائم على سطح الافق لكونه موازيا لوجه الآلة ثم لظهرها ثم لسطح المسطرة المربعة وهو قائم على سطح الفصلين المنطبق

على

على سطح حرف الاناء الموازى لسطح الماء الموازى للافق فالضوء الممتد
في الهواء المنعطف في الماء يكون ابداً فى سطح مستوٍ قائم على اللافق وعلى
سطح الماء ومن الاعتبارات المذكورة بالزجاج والماء يظهر ان خطى
الامتداد والانعطاف ابدا يكونان معاً فى سطح مستوٍ قائم على سطح المشف
الثانى وكذلك اذا انعطف من الجسم الثانى الى الثالث ومن الثالث الى الرابع
هذا هو كيفية انعطاف الاضواء فى الاجسام المشفة المخالفة اجمالا فامالم
كان الانعطاف فى السطح القائم على سطح المخالف فلان خط الاستقامة
مع العمود الخارج من موقع الضوء على سطح المخالف هما معا فى سطح قائم
على سطح المخالف والضوء المنعطف لما كان انعطافه الى جهة العمود صار
منعطفا فى هذا السطح ايضا لان جهة العمود هى فيه *

(اقول) وكذلك ان كان عن جهة العمود ولنقص المقاصد ايضاً *

(قال - ا) مقادير زوايا الانعطاف تختلف بحسب مقادير الزوايا التى يحيط
بها الضوء والعمود الخارج من موضع الانعطاف فى الجسم الاول *

(اقول) وانا اسميها زاوية العطف ولنوضحه مع سائر المقاصد فى مثال
فليكن المضيئ * ا * و * ج د * الخط المستقيم المذكور فيما قبل وليكن *
ا ب * ا ه * خطين من خطوط الضوء الممتدة من * ا * الى * ج د * وفى جهة
واحدة عن العمود الخارج من * ا * على * ج د * و * ب ر * ه ح *
عمودين على سطح الجسم الثانى ونخرجهما فى جهتى * ب ه * الى * س ع *
و زاويتا * ط ب ك * ل ه م * زاويتى انعطافى * ا ب * ا ه * خطين
من خطوط الضوء الاول على ان الثانى اغلظ من الاول ولا شك ان زاوية
ا ه ح * اعظم من زاوية * ا ب ر * وذلك لان * ا ه * يقطع * ز ب *

الفصل الثاني
وليكن على * ص * فزاوية * اص ز * اعنى * اه ح * اعظم من * اب ر *
(فنقول) ان زاوية * ل ه م * اعظم من زاوية * ط ب ك (ب) ونسبة

الفصل الثالث
زاوية * ل ه م * الى * اه ح * اعظم من نسبة زاوية * ط ب ك * الى
اب ر (ج) وتوجد زيادة * ل ه م * على * ط ب ك * اقل من زيادة

الفصل الرابع
اه ح * على * اب د *

الفصل الخامس
(واقول) ان فى العموم نظرا دقيقا قد تبين فى ذيل الكتاب (د) وزيادة
اه ح * على * ل ه م * اعنى * م ه ع * اعظم من زيادة * اب ر * على * ط
ب ك * اعنى * ك ب س * وانا اسمى هذه الزيادة الباقية (ه) وان

الفصل السادس
المخالف اذا كان اغلظ كانت زاوية الانعطاف اعنى * ك ب ط * فى مثالنا
ابدا اقل من نصف زاوية العطف اعنى * اب ر (و) واذا كان الطف
كانت زاوية الانعطاف اقل من نصف مجموع الزاويتين *

﴿ الشكل - ١٢٨ ﴾

(واقول) هذه عبارة ابن الهيثم رحمه الله والاوضح ان يقال كانت اقل من
زاوية العطف ولتكن زاوية الانعطاف على ان الثانى الطف * ط ب ن *

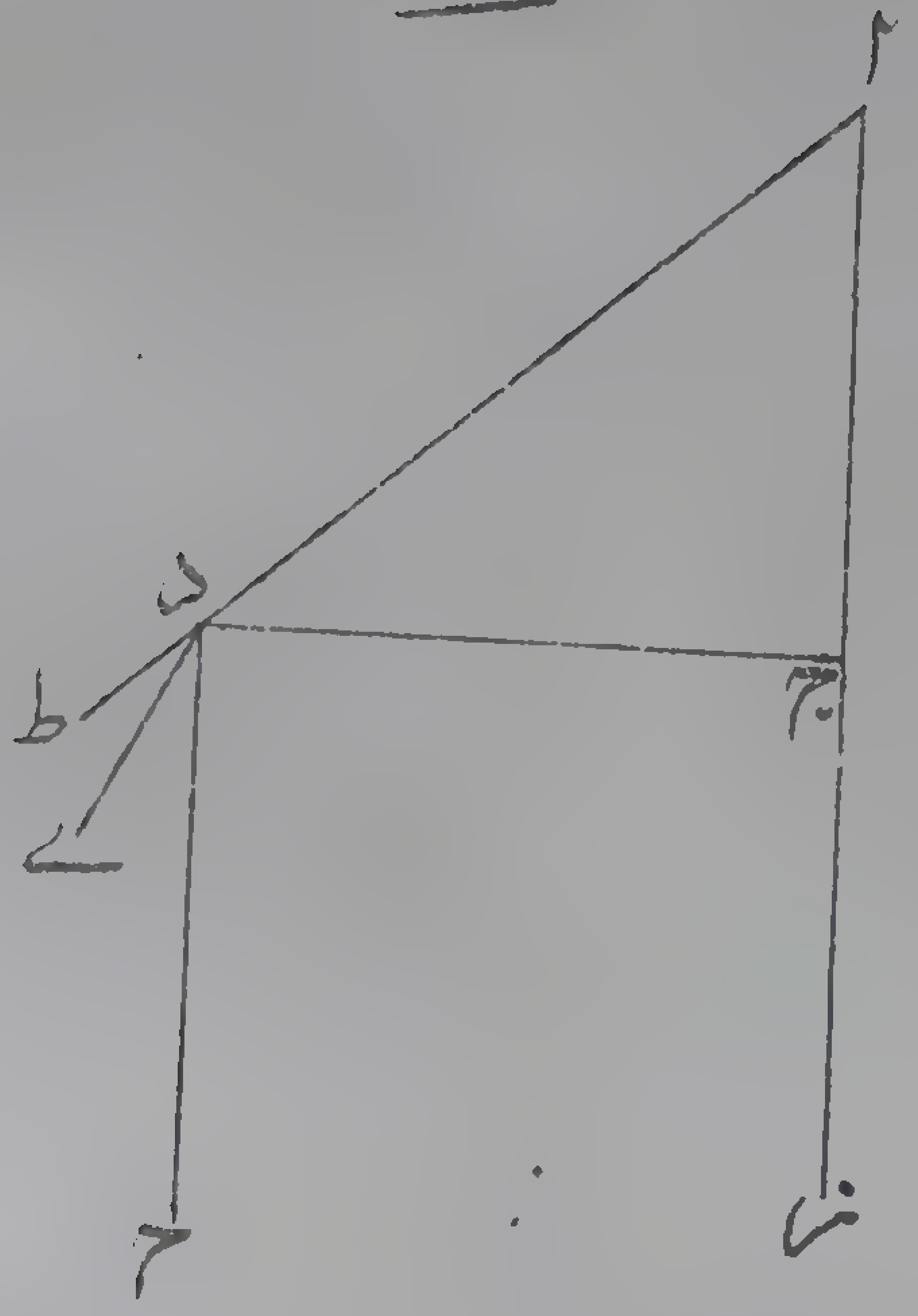
الفصل السابع
فيكون * ط ب ن * اصغر من * اب ر *
(ز) وزاوية الانعطاف التى يقتضيها عطفيته من جسم الطف فى مخالف مثل
التى يقتضيها عطفيته من المخالف فى الجسم الاول اذا كانت العطفية فى الثانى
مثل الباقية فى الاول *

(قال) واما تفاوت زاوية الانعطاف بحسب اختلاف المخالف فى الشفيف
فقد مر بيانه *

الاعتبارات

الشكل ١٢٨

ع ١



الاعتبار الاول

الاعتبارات وهى خمسة

(١) اعتبار مقادير الزوايا الانعطافية فى الماء

يفصل المعتبر من الدائرة الوسطى من ادنى مركز الثقب قوسا قدرها عشر درج ثم يخرج من نهاية القوس خطاقائماعلى وجه الصفيحة ومن نهايته عند قاعدة الحرف قطرافى وجهها ويفصل من الوسطانية ممايلى نهاية القوس ربع المحيط ويعلم على نهايته ويخرج منهاخطا قائما فى باطن حرف الآلة على وجه الصفيحة ومن موقعه نصف قطر الى مركز الصفيحة فيكون عمودا على القطر المخرج وتكون القوس التى بين طرف القوس المفصولة وبين (١) ثمانين درجة ثم يركب الآلة فى الاناء على مامر وقت طلوع الشمس ويملأ الاناء ماء الى مركز الصفيحة ويدير الآلة على نفسها الى ان ينطبق القطر المخرج على سطح الماء وحينئذ يكون قطر الوسطانية الموازى له منطبقا ايضاً على سطح الماء عند الحس ثم يحفظ الآلة على وضعها المحرر ويراعى الشمس الى ان ينفذ ضوءها من الثقبين على سطح الماء منطبقا فيه الى حروف الآلة و يعلم على مركز الضوء الداخل ثم يرفع الآلة و ينظر الى الدرجات التى بين نقطة * ف * و بين العلامة فما كان فهو قدر زواية الانعطاف التى تقتضيها زاوية عطف قدرها ثمانون درجة فى الماء ثم يفصل قوسا من الوسطانية قدرها عشرون درجة ويعمل العمل المذكور الى ان يحصل له قدر زاوية انعطاف تقتضيها زاوية عطف هى سبعون درجة وعلى ذلك يتعرف اقدارجميع زوايا الانعطاف التى تقتضيها زوايا العطف واحدة واحدة *

الاعتبار الثانى

(٢) اعتبار مقاديرها فى الزجاج

اذا اراد استعلام زاوية انعطاف تقتضيها زاوية عطف فيفصل قوسا هى تمام

---

(١) كذا ☆

زاوية العطف من الربع من لدن مركز الثقب ويخط القطر ثم يعمد الى قطعة الزجاجة الكرية السابقة ذكرها ويركب سطح قطعها على وجه الصفيحة والفصل على القطر المخرج ووسط الفصل على مركز الصفيحة وسطح قاعدتها مما يلى الثقبين ويلصقها ثم يراعى ضوء الشمس الى ان ينفذ من الثقبين ويعلم على مركز الضوء عند حرف الآلة ثم يرفعها ويتأمل ما بين العلامة ونقطة ف * فذلك قدر زاوية الانعطاف المذكورة *

الاعتبار الثالث

﴿ ٣ - اعتبار مقاديرها اذا كان الانعطاف من الزجاج الى الهواء ﴾

يفصل القوس ويخط القطر ويطبق سطح القطع على وجه الصفيحة والفصل على القطر المخرج ووسطه على المركز وتكون حدبة القطعة مما يلى الثقبين فاذا نفذ ضوء الشمس من الثقبين اعلم على مركز الضوء عند حرف الصفيحة ثم يرفع الآلة وينظر فانه يعرف قدر الزاوية على ما مر ويجد هذه المقادير كمقادير زوايا التى للانعطاف من الهواء الى الزجاج اذا كانت العطفية فى الزجاج مثل الباقية فى الهواء *

الاعتبار الرابع

﴿ ٤ - اعتبار مقاديرها عند حدبة الزجاجة ﴾

يفصل القوس ويخط القطر ثم يفصل من القطر المخرج من لدن مركز الصفيحة خطا مساويا بالنصف قطر الكرة الزجاجية ثم يخرج من طرف هذا الخط اى موضع الفصل عمودا على القطر الثالث ثم يطبق سطح القطع على وجه الصفيحة والفصل على العمود ووسط الفصل على النقطة التى اخرج منها العمود من القطر المخرج وسطح القاعدة مما يلى الثقبين فيكون خط الثقبين عمودا على سطح القاعدة ولان البعد بين مركز الوسطانية والصفيحة كالبعد بين مركز الكرة ومنتصف الفصل والبعد ان عمودان على وجه الصفيحة

الصفيحة

الصفيحة فهما متساويان متوازيان فكذلك الواصل بين مركزى الوسطانية والكرة و بين مركز الصفيحة ومنتصف الفصل متساويان متوازيان ايضا والواصل بين مركز الصفيحة ومنتصف الفصل مثل نصف الكرة لانا كذا فصلناه من القطر المخرج فالواصل بين مركزى الوسطانية ومركز الكرة نصف قطر الكرة فمركز الوسطانية على حدبة الكرة و خط الثقبين مع هذا الواصل يحيط بزاوية قدرها القوس المفصولة والخطان ينتهيان الى محيط الوسطانية فى مقابلة الثقبين و يفرز منه قوسا اخرى مثلها ثم يراعى الضوء النافذ من الثقبين و يعلم على مركز الضوء الداخل علامة ثم يرفع الآلة و يتأمل مركز الضوء فيجده ابعد عن طرف القطر المخرج من طرف القطر الثالث وتكون القوس التى بين * ف * و بين مركز الضوء قدر زاوية الانعطاف التى تقتضيها زاوية عطف قوسها تمام القوس المفصولة و يكون هذا الانعطاف الى ضد جهة العمود وعلى ذلك يستعلم زوايا الانعطاف عن زوايا العطف المفروضة و يجد هذه المقادير بعينها هي مقادير زوايا التى لانعطاف الضوء من الهواء الى الزجاج *

(اقول) فاذا كانت نقطتان مضيئتان فى جسمين متجاورين و لم يكن الخط الواصل بينهما عمودا على سطحهما كان سمتا ورود ضوء الاولى الى الثانية سمتى ورود ضوء الثانية الى الاولى بعينهما والا لاختلف زاويتا الانعطافين و سنحتاج الى هذه المقدمة فيما بعد والفرق بين الصورتين ان الانعطاف يكون فى احداهما الى جهة العمود و فى الاخرى الى خلاف جهته *

(قال) وان اعتبر المعتبر الزجاج والماء ايضاً عن حدبة الزجاج وعن سطحها

المستوى حصلت له مقادير زوايا الانعطاف من الزجاج الى الماء ويجد الزوايا اصغر مما كانت يجدها فى الهواء *

الاعتبار الخامس

(٥) اعتبار مقاديرها عند مقعر الزجاج

يتخذ زجاجة مقعرة تقعيرا اسطوانيا على مقدار نصف اسطوانة قائمة وليكن شكل جملة الزجاجة شكلا متوازى السطوح طوله يزيد على نصف قطر الزجاجة الكرية بمقدار شعيرة وعرضه مثل طوله وسمكه بقدر ضعف قطر الثقب وليكن التقعير فى احد جوانبها وقاعدتا التقعير الاسطوانى فى سطحى الزجاجة المربعين وطول الاسطوانة فى سمك الزجاجة ونصف قطر قاعدة الاسطوانة مثل نصف قطر الزجاجة الكرية ونهايات الزجاجة وسائر سطوحها مستقيمة ومستوية فى الغاية وعمل هذه الآلة يسهل بان يصب الزجاج فى قالب كما شرحنا فتخرج الزجاجة على الوجه المذكور ثم ليفصل المعتبر من محيط الوسطانية قوسا يريد اعتبار الزاوية بها ويخرج من طرفها القطر على الوجه المذكور ويتم العمل ويفصل من نصف هذا القطر الذى ينتهى الى مقابل القوس المفصولة من لدن مركز الصفيحة خطا يساوى نصف قطر قاعدة الاسطوانة ويخرج من نقطة الفصل عمودا على القطر الثالث ويخرجه فى الجهتين ثم يطبق سطح الزجاجة المربع على وجه الصفيحة ويجعل ظهر التقعير مما يلى الثقبين ويطبق الخط المستقيم المار بنهايتى الفصلين اللتين تفصلان عن قطر قاعدة الاسطوانة على هذا العمود ويتحرى ان يكون بعدا طرفى قطر قاعدة التقعير عن النقطة التى اخرج منها العمود متساويين فيكون مركز قاعدة التقعير على النقطة التى اخرج منها العمود فاذا تحرر هذا الوضع فليلصق الزجاجة فتكون الوسطانية قاطعة للتقعير الاسطوانى

على

على موازاة قاعدة التقعير فيحدث فيه نصف دائرة قطرها مواز لقطر قاعدة التقعير فيكون الخط الواصل بين منتصفى هذين القطرين وهو عمود على وجه الصفيحة لقيام الاسطوانة مساويا للواصل بين مركزى الوسطانية و الصفيحة فيكون الواصل بين مركز الوسطانية ومركز النصف الحادث من قطع الوسطانية مساويا للواصل بين مركز قاعدة الاسطوانة ومركز الصفيحة وهذا الخط نصف قطر قاعدة الاسطوانة فالاول كذلك فمركز الوسطانية على محيط تقعير الاسطوانة والخط المار بمركزى الثقبين قائم على سطح الزجاجة المستوى الذى يلى حدبة الاسطوانة فضوء الثقبين يمتد فى الزجاجة على استقامة الى مقعرها ثم ينعطف من سطح المقعر لان هذا الخط لايمر بمركز الدائرة التى فى تقعير الزجاجة و هذا الخط يلقى المقعر على نقطة واحدة ومركز الوسطانية على هذا الخط وهو ايضا على المقعر فهو النقطة بعينها فضوء الثقبين ينعطف من مركز الوسطانية فالقوس التى تكون بين مركز الضوء و بين * ف * هى التى توتر زاوية الانعطاف فبهذا الطريق يمكن اعتبار مقادير زوايا الانعطاف التى تكون عند مقعر الزجاجة وهذا الانعطاف هو من مقعر الزجاج الى الهواء وهى بعينها التى تكون لانعطاف الضوء من الهواء الى الزجاج عند مقعر الزجاجة بمثل ماتبين قبل واذا تبين المعتبر مقادير زوايا الانعطاف وتأملها تبين له جميع المقاصد المذكورة وهى كيفيات انعطاف الاضواء فى الاجسام المخالفة مفصلة *

الفصل الرابع

فى ان مايدركه البصر من وراء الاجسام المخالفة اذا كان مائلا عن الاعمدة القائمة على سطوحها هو ادراك بالانعطاف اربعة مقاصد *

مقدمه

قد تبين فى الفصل السابق ان الضوء الممتد من المضيء فى الجسم الشف المتصل به فانه ينفذ فى كل جسم مخالف للاول متصل به اما مستقيما او منعطفاً سواء كان الضوء ذاتيا او عرضيا وتبين فى المقالة الاولى ان المضيء اذا كان متلوناً فان صورة لونه تمتد مع صورة ضوئه وتمتد مع امتداده غير مفارقة له وان البصر اذا ادرك الضوء ادرك اللون الممازج له *

الفصل الاول

(١) فتبين ان الاجسام المضيئة اذا كانت فى اجسام مجاورة للجسم الذى فيه البصر كالماء والسماء وسائر الاجسام المخالفة وامتدت صور نقاطها الى السطح المشترك ثم نفذت فى الجسم الذى فيه البصر مستقيمة ومنعطفة ثم رءاها البصر فانما يراها من السموت التى تنعطف عليها صور تلك النقاط غالباً او التى تنفذ الصور عليها مستقيمة فى الاقل ويكون انعطافها فى السطوح القائمة على سطح المخالف ولا يمتد من نقطة منها خط نافذ على الاستقامة اكثر من واحد ولا بد ان يمتد خط كذلك من كل نقطة ان لم ينته الى كثيف يحقق هذا المقصد اعتباران *

الاعتبار الاول

١ - اعتبار ما ذكر بالآلة فى الماء

يركب الآلة الموصوفة فى الاناء ويضع الاناء فى موضع مضيء باى ضوء كان بحيث يداخل الضوء الاناء ويسكب فيه ماءً صافيا الى مركز الصفيحة ثم يضيق الثقبين اللذين فى الآلة بشيء من الشمع ولا يبقى منهما الاجزءاً يسيرا عند وسط الثقب ويداخل فى ما بين الثقبين انبوبا دقيقا ليحصر المسافة بين الثقبين ثم يدير الآلة الى ان يقوم القطر الثالث على سطح الماء عمودا عليه ثم يعتمد خلالة بيضاء فيداخلها فى الاناء ويجعل رأسها

عند * ف * وينظر من الثقب الاعلى ساتر ابصره الآخر فانه يرى طرف الخلالة عند * ف * فان نحاها عن * ف * فانه لا يراها فيبين ان ادراكه لطرف الخلالة انما هو على استقامة العمود الخارج من طرف الخلالة على سطح الماء ثم ينبغي ان يميل القطر الثالث على سطح الماء ويداخل الخلالة ويجعل رأسها عند * ف * وينظر من الثقب فانه لا يرى طرفها ثم يحرك رأسها على محيط الوسطانية الى الجهة التى فيها البصر برفق ويتأمل حرف الآلة الى ان يراها فاذا رآها فليثبت طرفها مكانه ثم يأمر غيره ان يداخل فى الاناء عودا ليس بالغليظ ولا فى غاية الدقة ويجعله عند سطح الماء مقابلا للثقب الثانى ليكون عند مركز الدائرة الوسطى ويتأمل المعتبر داخل الاناء فانه لا يرى طرف الخلالة ثم يأمر ان يرفع العود فينظر فانه يراها ثم يعلم على موضع طرفها ويرفع الآلة ويتأمل فيجد بينه وبين * ف * بعدا محسوساً وان داخل المسطرة الدقيقة فى الماء وجعل حرفها على مركز الصفيحة واقام الحرف على سطح الماء عمودا واعلم على موضع حدها من الوسطانية ثم رفع الآلة وتأمل العلامة فانه يجد موضع طرف الخلالة بين ف * وبين علامة المسطرة *

٢ ـ اعتبار ماذكر فى الزجاج

ينبغى ان يركب الزجاجة الكرية على الصفيحة بحيث يكون سطحها المستوى مما يلى الثقبين وفصلها المشترك عمودا على القطر الثالث ووسط الفصل على القطر فيكون خط الثقبين عمودا على سطحى الزجاجة المستوى والكرى ثم يركب الآلة فى الاناء ويدخل الخلالة فيه ويضع طرفها على ف * وينظر من الثقب الاعلى ويتأمل فانه يرى طرف الخلالة وان نحى

طرفها عن موضعها لا يراها فتبين ان ادراكه لطرفها انما هو على استقامة وان قلع الزجاجة وجعل حد بتها مما يلى الثقبين والفصل عمودا على القطر الثالث ووسطه على القطر وعمل عمله وجد الامر كما وجد ثم ينبغى ان يقلع الزجاجة ويخرج قطرا فى الصفيحة مقاطعا للثالث على زاوية منفرجة ويركب الزجاجة على وجه الصفيحة بحيث يكون سطحها المستوى مما يلى الثقبين وفصله على القطر المخرج ووسطه عند مركز الصفيحة ويلصق الزجاجة فيكون خط الثقبين منتهيا الى مركز الزجاجة غير قائم على سطحها المستوى قائما على سطحها الكرى ويخرج من مركز الصفيحة اولا عمودا على سطح الزجاجة منتهيا فى الجهتين الى حرف الآلة ثم يخرج من طرفيه خطين قائمين فى سطح الحرف على وجه الصفيحة فيقطعان الدائرة الوسطى على نقطتين اذا وصل بينهما كان موازيا للعمود مارا بمركز الزجاجة قائما على سطحيها المستوى والكرى وتكون النقطة منهما التى هى عن الزجاجة فى خلاف جهة الثقبين مسقط العمود الخارج من مركز الزجاجة على سطحها المستوى النافذ فى الزجاجة والاخرى كذلك لما فى الهواء ثم يضع طرف الخلالة على * ف * وينظر من الثقب فلا يراه ثم يمرها على محيط الوسطانية الى جهة مسقط العمود من حرف الآلة برفق الى ان يراها ويعلم عند الطرف حينئذ ثم ان نحاها عن العلامة يمنة ويسرة فانه لا يراها قط وان امر حينئذ بستر مركز الزجاجة بطرف عود دقيق فانه لا يراها ايضاً ثم يرفع الآلة ويتأمل العلامة فيعلم انه انما رآها بالانعطاف من مركز الوسطانية اى الزجاجة الى جهة العمود فى سطح الوسطانية والانعطاف ليس عند سطح الزجاجة الكرى لان الخط الخارج من مركز الزجاجة الى سطحها يكون

عمودا

الى الانعطاف •
عمودا عليه فينفذ فى الهواء على استقامته فانما هو راجع الى الانعطاف •
سطحها المستوى فصورة طرف الخلالة انما امتدت مستقيمة الى مركز
الزجاجة ثم انعطفت عنده الى الثقبين ولا يراها البصر الا من سمت خط
الثقبين لان خطوط الشعاع التى تخرج من البصر فى هذه الحال ليس يصل منها
الى الزجاجة غير خط الثقبين لان الانبوبة تقطع جميعها سوى الخط المذكور
وهذا الانعطاف اعنى انعطاف صورة طرف الخلالة الى الثقبين يكون الى
ضد جهة العمود الخارج من المركز على سطح الزجاجة المستوى لان خط
الثقبين ابعد عن العمود من الخط الخارج من طرف الخلالة الى مركز
الزجاجة النافذ على استقامته فى الهواء وعلى مثل هذه الصفة كان الانعطاف
من الماء الى الهواء ثم ينبغى ان يقلع الزجاجة ويركبها بالعكس اعنى انه
يجعل حدبتها مما يلى الثقبين وفصلها المشترك على القطر المخرج ووسط الفصل
على مركز الصفيحة فيكون خط الثقبين مائلا على سطح الزجاجة المستوى
وقائما على سطحها الكرى ويخرج من مركز الصفيحة عمودا على القطر المخرج
ويلصق الزجاجة ويركب الآلة فى الاناء ويجعل طرف الخلالة على نقطة
ف * وينظر من الثقب فلا يراها ثم يحركها الى ضد الجهة التى فيها العمود وعلى
محيط الوسطانية برفق الى ان يراها فيكون الخط المستقيم الخارج من طرف
الخلالة الى مركز الزجاجة اذا امتد على استقامته فى الزجاجة وامتد معه العمود
الخارج من مركز الزجاجة القائم على سطحها المستوى كان خط الثقبين
متوسطا بينهما وصورة طرف الخلالة الممتدة على هذا الخط منعطفة عند مركز
الزجاجة على خط الثقبين فهذا الانعطاف الى جهة العمود *
(اقول) واذ قد تبين القصد المذكور فاعلم انه يحدث من كل نقطة مضيئة

مخروطا ضوء احدهما مخروط تام فى الجسم الذى فيه النقطة رأسه هى وقاعدته سطح المخالف والآخر مخروط ناقص اصغر قاعدته سطح المخالف واتساعه الى جهة السمك اذا كان السطح مستويا واسم الاول مخروط استقامتها والثانى مخروط انعطافها وكذا يحدث من كل صورة مضيئة بجسماضوء احدهما فى الجسم الذى فيه والآخر فى الذى يليه *

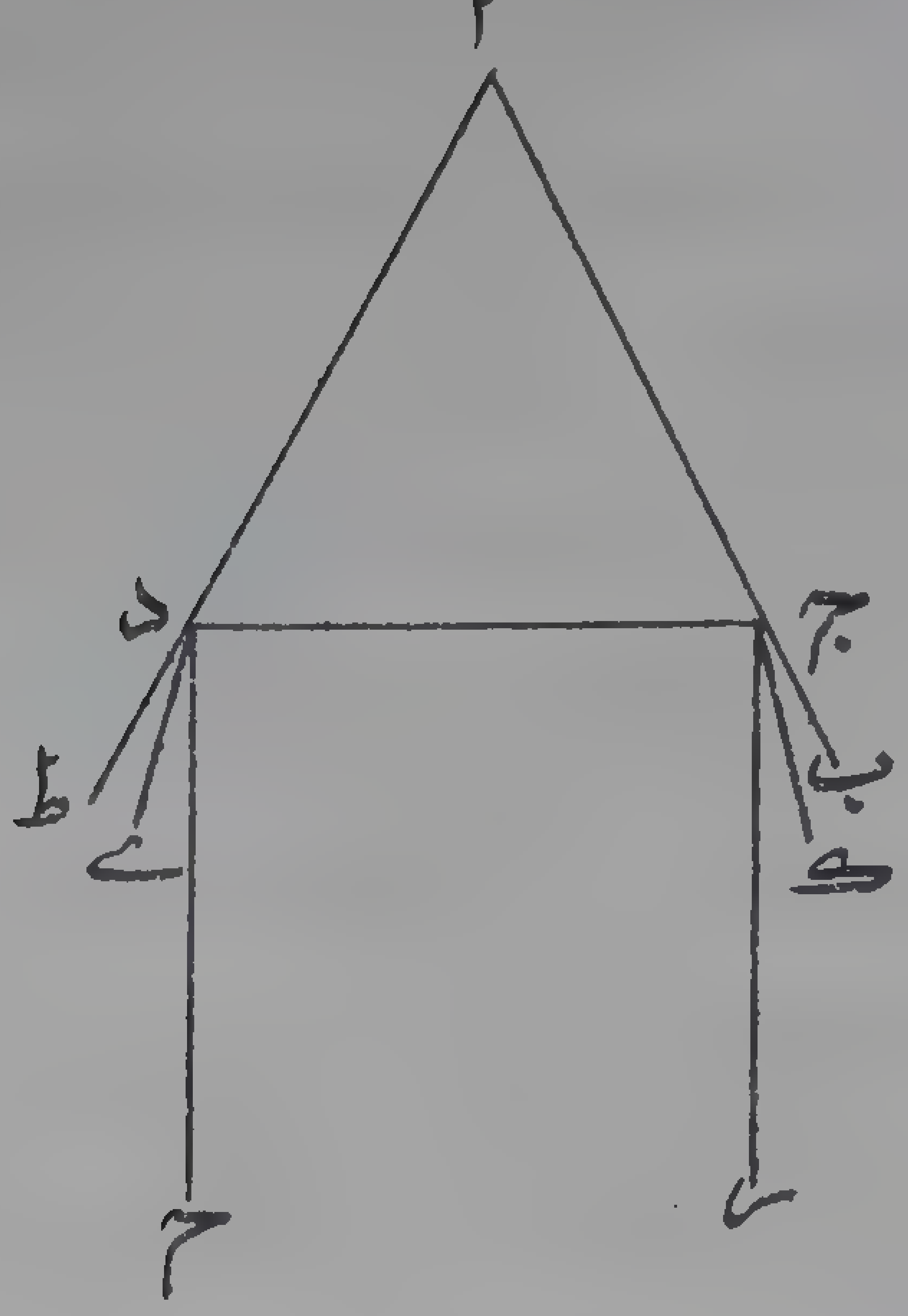
(اما الاول) فان كان سطح الصورة مساويا لسطح المخالف وعلى شكله ووضعه فاسطوانة على اختلاف اصنافها بحسب شكل الصورة وان كان سطحها غير مساو لسطح المخالف لكنه مشابه له وعلى وضعه فان كانت اعظم كان مخروطا ناقصا اتساعه من جهة الصورة وتضايقه من جهة السطح وان كان اصغر فبعكس ذلك *

(واما الثانى) فمخروط ناقص اتساعه من جهة السمك ثم ان النقطة ان كانت فى الالطف وسطح المخالف دائرة والواصل بين النقطة ومركز الدائرة عمودا على الدائرة فان زاوية مخروط استقامتها تكون اعظم من زاوية مخروط انعطافها وان كانت فى الاغلظ فبالعكس والصورة ان كانت فى الالطف وكانت اصغر من سطح المخالف فزاوية مخروط استقامتها اعظم من زاوية مخروط انعطافها وان كانت فى الاغلظ فبالعكس وان كانت اعظم من سطح المخالف فغير مضبوط وابدا يكون لمجسمى الاستقامة والانعطاف سهم واحد ولنعد لبيان هذه الاحكام نقطة * ا * المضيئة وخط * ج د * وليكن قطر دائرة السطح ونخرج من * ج د * عمودى ج ر * د ح * فى المخالف وليكن اغلظ فالعمود الواقع من * ا * على * ج د * اما ان يقع على احدى النقطتين او بينهما او خارجا فان وقع على احداهما

ولتكن

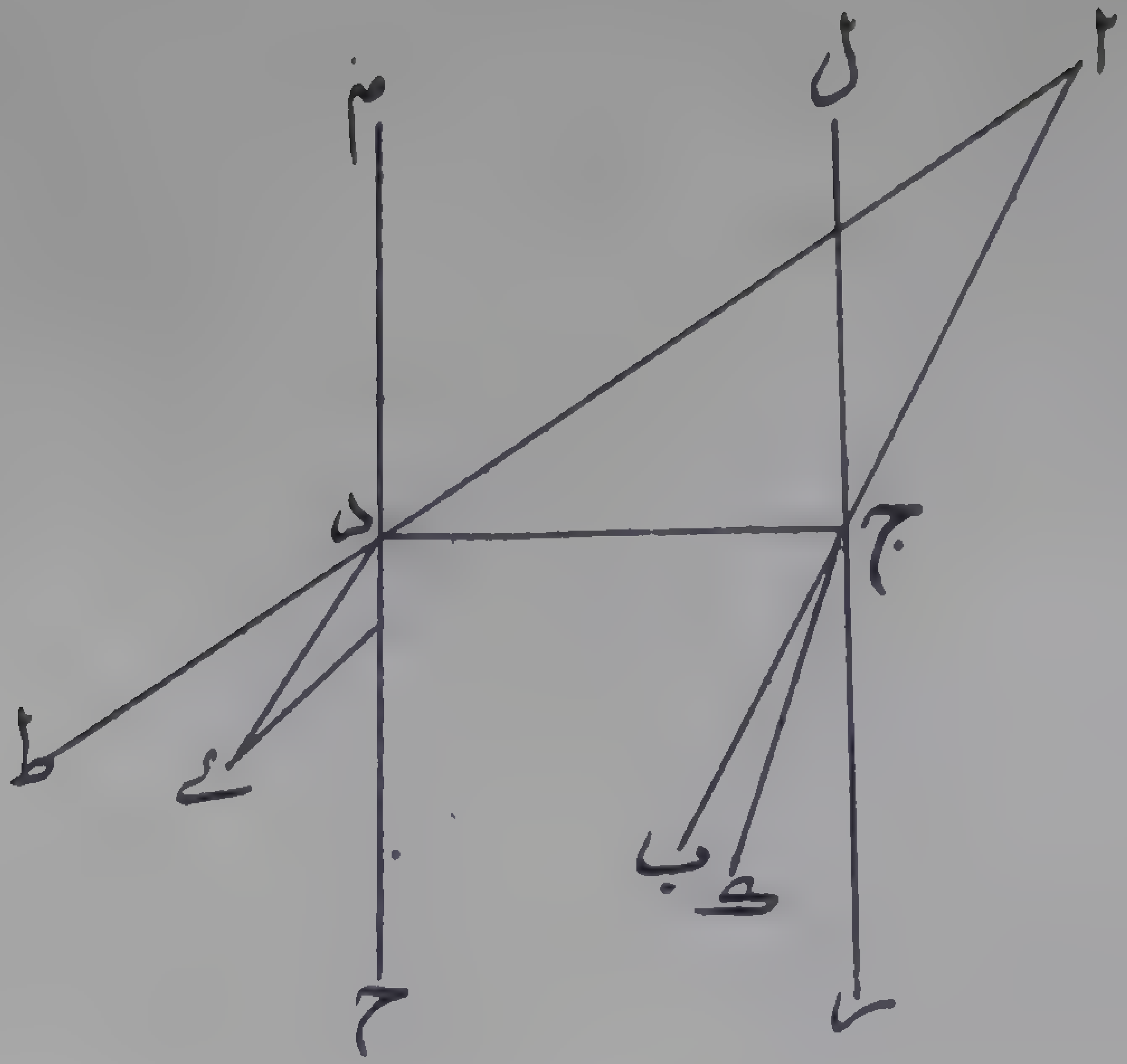
الشکل ۱۲۹

ع۲

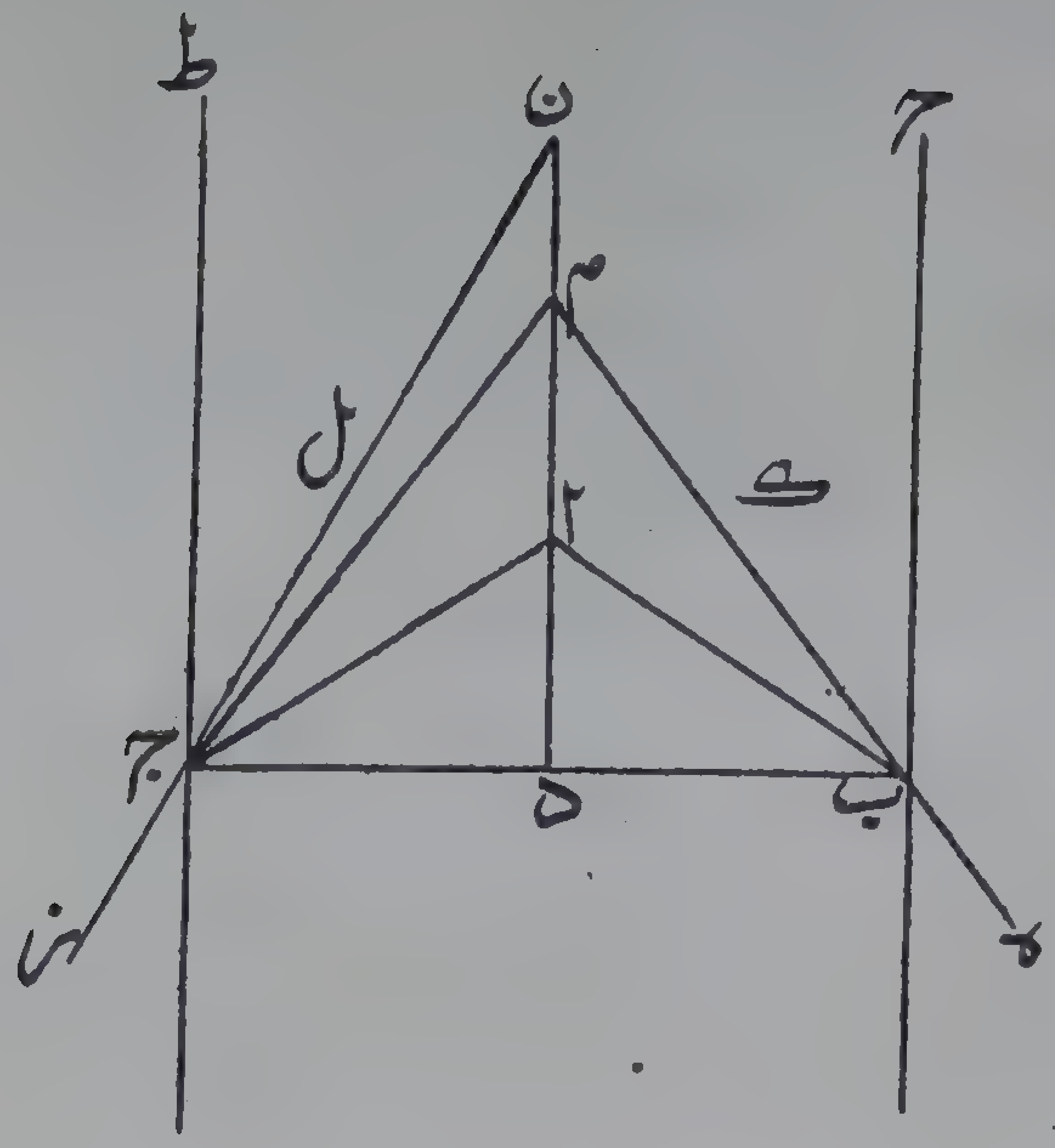


الشكل ١٣٠

ع ٣



الشكل ١٣١



ولتكن * ج * كما فى الصورة الاولى فاذا وصلنا * اج * و اخرجناه على
استقامته كان ضوء * اج * نافذا على استقامة * اج ز * ولنخرج * اد *
على استقامته الى * ط * فيكون ضوء * اد * غير منته الى * ط * بل منعطفا
عن * د ط * الى جهة * د ح * مثل * د ى * و * ج ز * د ح *
متوازيان * فج ز * د ى * متلاقيان و موضوعان على التباعد من جهة
سمك الثانى و ان وقع بينهما كما فى الصورة الثانية فلنخرج * اج * على
استقامته الى * ب * و * اد * الى * ط * فيكون كل من ضوئى * اج *
اد * منعطفين على مثل خطى * ج ك * د ى * و يكون تباعد بينهما
فى جهة السمك ابين و ان وقع خارجا عنهما كما فى الصورة الثالثة فليقع
من * ج * عن خلاف جهة * د * ونخرج عمودى * ز ج * ح د * الى
* ل م * فتكون عطفية * اج ل * اعنى * ب ج ز * اصغر من عطفية
* ا د م * اعنى * ط د ح * فتكون انعطافية * ك ج ب * اصغر من
انعطافية * ى د ط * و باقية * ح د ى * اعظم من باقية * ز ج ك * ولان
زاويتى * ز ج د * ح د ج * معا مثل قائمتين ونقص من الاولى * ز ج
ك * وزيد على الثانية * ح د ى * وهى اعظم مما نقصت من الاولى فزاويتا
* ك ج د * ى د ج * معا اعظم من قائمتين فخطا * ج ك * د ى * معا
موضوعان على التباعد من جهة السمك و ان كان الثانى الطف فالحكم
كما ذكر والبيان على قياسه واستبان من ذلك ان الخطوط الانعطافية موضوعة
على التباعد من جهة السمك ابدا اذا كان سطح المخالف مستويا واذ ذاك
فالخطوط الواصلة من * ا * الى اطراف اقطار الدائرة تحدث بعد الانعطاف
سطح مخروط ناقص كما ذكر ﴿ الشكل - ١٢٩ - ١٣٠ - ١٣١ ﴾

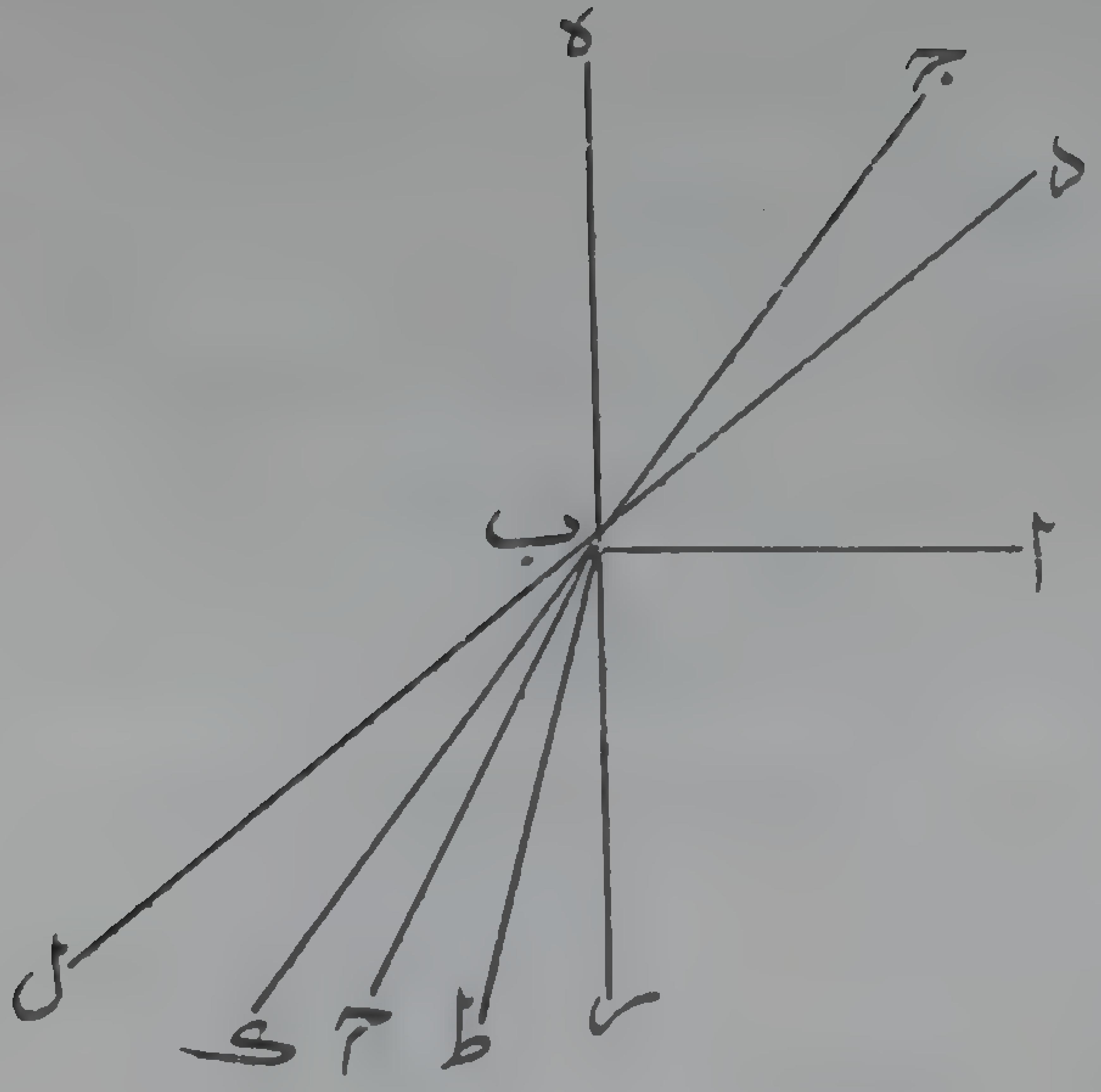
مقدمة

ليكن * ا * نقطة مضيئة فى جسم و * ب ج * خطا مستقيما على سطح مخالف اغلظ و * ا د * عمودا عليه *

(فاقول) ان جميع اضواء المنعطفة فى المخالف من نقاط على السطح متساوية البعد عن * د * اذا اخرجت مستقيمة فى جهة * ا * اجتمعت عند نقطة بعينها من خط * ا د * وذلك لانا نفصل * د ب * مثل * د ج * ونصل ا ب * اج * ولينعطف * اب * على * ب ه * و * ا ج * على * ج ز * ولنخرج من نقطتى * ب ج * عمودى * ب ح * ج ط * على * ب ج * فى الجسم الاول ونخرج * ه ب * الى * ك * و * ز ج * الى * ل * فيكون * ب ك * بين * ب ح * ب د * ضرورة و * ج ل * بين * ج ط * ج د * ولان زاويتى * ا ب د * ا ج د * متساويتان فزاويتا * ا ب ح * ا ج ط * اعنى العطفيتين متساويتان فانعطافيتا هما ايضاً متساويتان فالباقيتان اعنى زاويتى ج ب ك * ط ج ل * ايضا متساويتان وهما حادتان فاذا اخرج كل من ب ك * ج ل * مع * د ا * تلاقيا ويكون التلاقى على نقطة من * د ا * بعينها والا فليلاق * ب ك * على * م * و * ج ل * على * ن * وليكن * ن * ابعد من * د * ونصل * م ج * وتبين بتساوى خطى * ب د * ج د * واشتراك د م * وتساوى زاويتى * د * تساوى زاويتى * م ج د * م ب د * اعنى * ن ج د وهذا خلف فالحكم ثابت وكذا لو كان المخالف الطف وبعد ذلك فتبين ان النقطة المضيئة اذا كانت فى الالطف كانت زاوية مخروط الاستقامة اعظم من زاوية مخروط الانعطاف لكون الخطوط المنعطفة من نقاط متساوية البعد عن مسقط العمود اذا اخرجت فى جهة * ا * فلا بد ان تلتقى جميعا عند نقطة

بعينها

الشكل ١٣٢



بعينها من العمود و تكون نقطة * ا * داخل ذلك المخروط فتكون زاوية
المجسمة اعظم من الاخرى وان كانت النقطة في الاغلظ فبالعكس والحاصل
ان مخروط النقطة اذا انعطف في المخالف فان كان اغلظ تضايق المخروط
قليلا عن اتساعة الذى كان يمتد عليه اولا وان كان الطف اتسع قليلا *

﴿ الشكل - ١٣٢ ﴾

مقدمة

ليكن * ا ب * خطا على سطح جسم مخالف مستو وليكن خطا * ج ب
د ب * ضوءين فى السطح القائم على سطح المخالف الذى فيه * ا ب *
منتهيين الى نقطة * ب * ولتكن زاوية * ج ب ا * اعظم من * د ب ا *
ولنخرج من * ب * عمود * ب ه * فى جسم الضوء ونخرجه في المخالف
الى * ر *

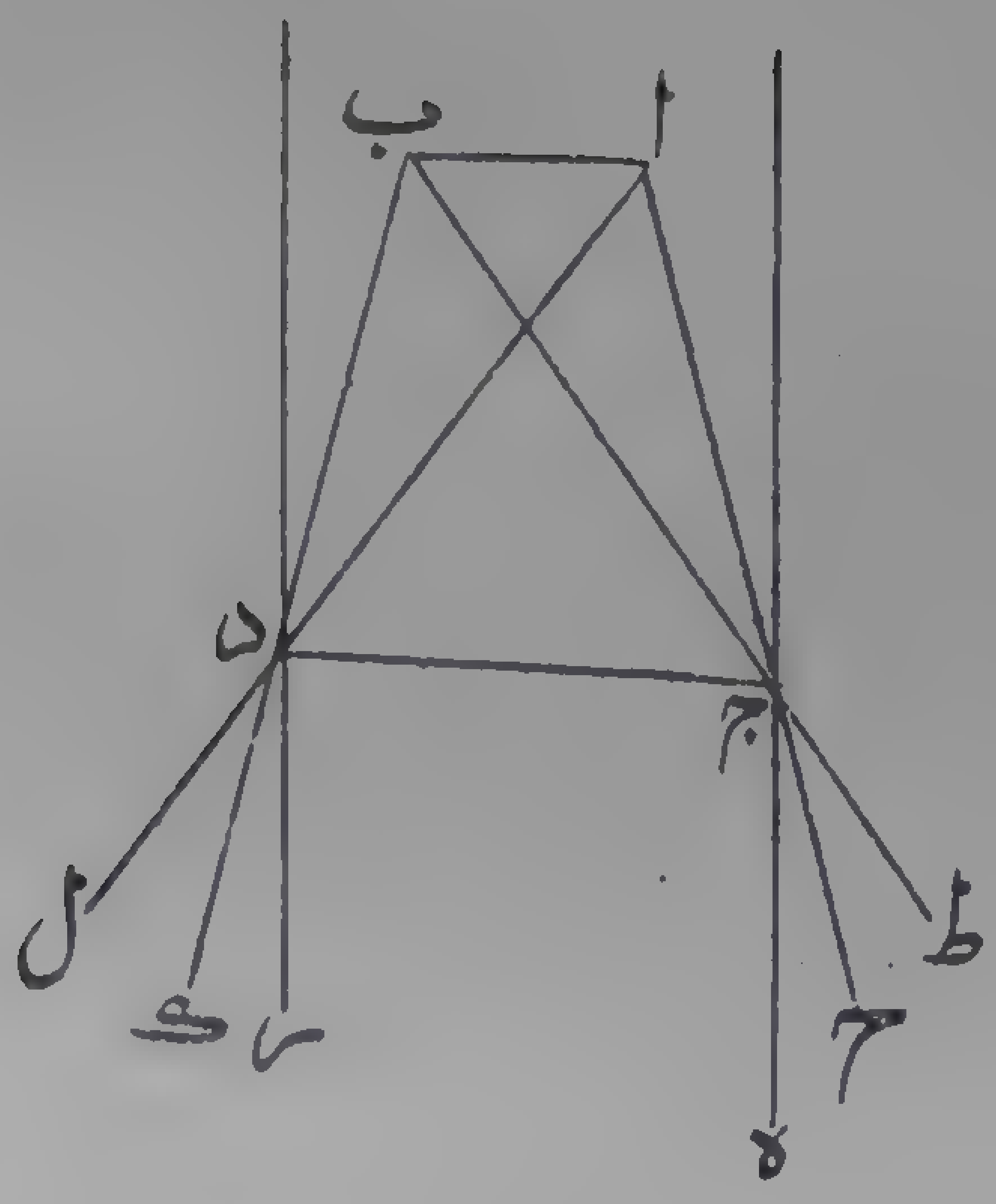
اقول فيكون انعطاف * ج ب * الذى هو اقرب الى العمود من * د ب
على خط اقرب اليه من الذى ينعطف عليه * د ب * ولينعطف * ج ب *
على * ب ح * فانعطاف * د ب * لا يكون على * ب ح * وذلك ظاهر
ولا على خط بين * ب ح ر * مثل * ب ط * وذلك لا نا نخرج * ج ب
د ب * الى * ك ل * فتكون الانعطافية التى توجبها زاوية * د ب ه * اعظم
من التى توجبها * ج ب ه * فتكون الباقية الاولى اعظم من الثانية اعنى زاوية
ر ب ح * فتكون زاوية * د ب ط * اعظم من * ر ب ح * هذا محال
فالحكم ثابت *

(تقسيم) ليكن خط * ا ب * مضيئا ونخرج سطحا يمر به ويقوم على سطح
المخالف ولنحدث على سطح المخالف فصل * ج د * ونصل * ا ج * ب ج *

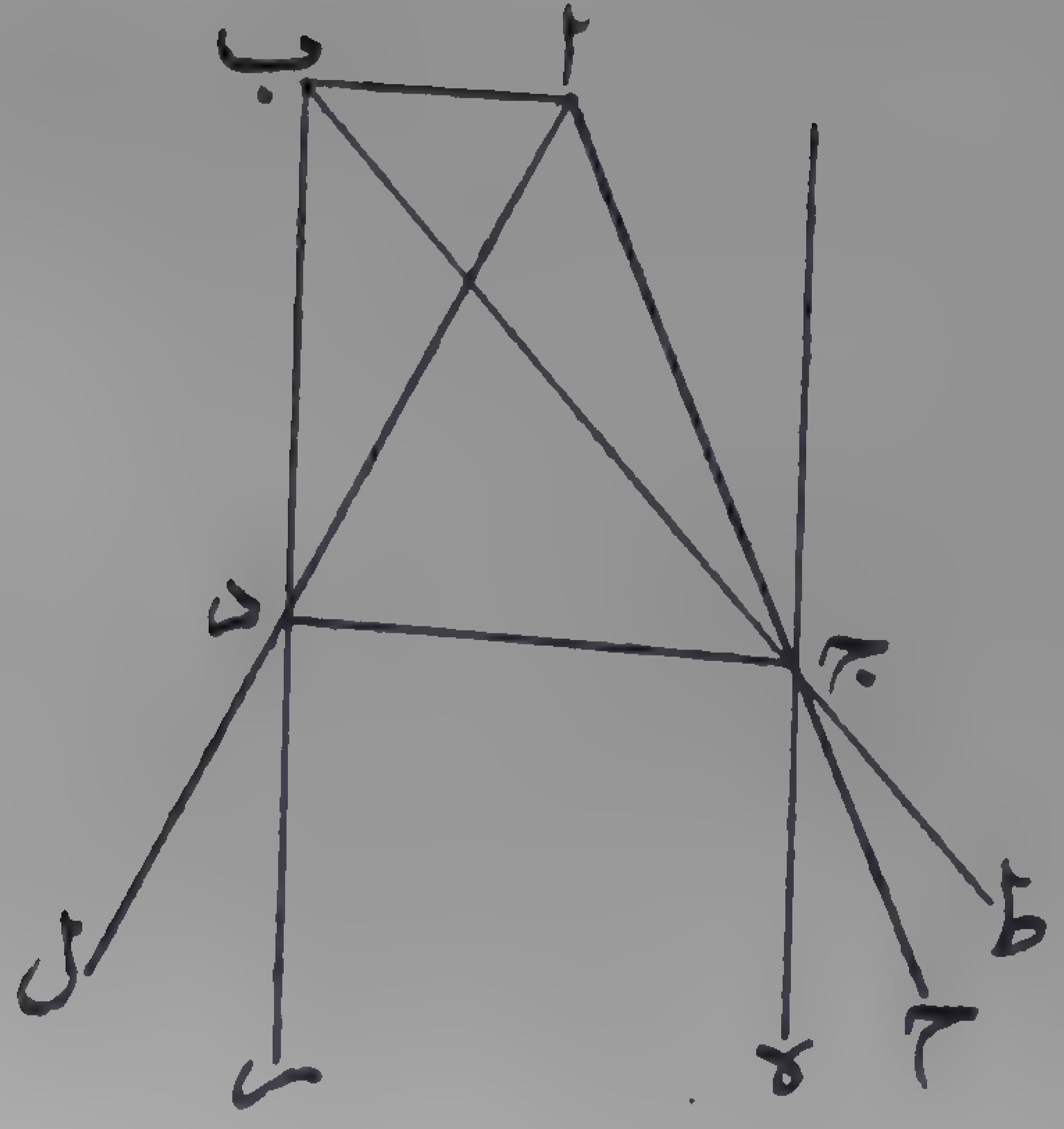
ونخرج من نقطة * ج * عمود * ج ه * فى السمك ونخرجه فى الجسم الذى فيه * ا ب * فاما ان يلاقى خط * ا ب * اذا اخرج * ا ب * ايضا كما في الصورة الاولى اومن غير اخراج على احد طرفيه كما فى الثانية او على نقطة بين طرفيه كما فى الثالثة ﴿ الشكل - ١٣٣ ﴾ ففى الاولى ينعطف ا ج * على مثل * ج ح * و * ب ج * على مثل * ج ط * ابعد من العمود وفى الثانية ينفذ * ا ج * على استقامته الى * ه * وينعطف * ب ج * على مثل * ج ط * وفى الثالثة ينعطف * ا ج * على مثل * ج ح * و * ب ج * على مثل * ج ط * كل عن جهة من العمود وكذلك حكم انعطاف ضوء ا د * ب د * عن نقطة * د * وينحصر فى الاقسام الثلثة ويحدث من التركيب تسع صور على هذا التركيب ويتكرر ثلث منها وليكن * د ر * العمود المخرج من * د * وليكن انعطاف * ا د * على * د ل * وانعطاف * ب د * على * د ك * ولها قسم عاشر يتبين لمن تأمل فيها فاذا كان * ا ب * قطر دائرة مضيئة و * ج د * قطر دائرة هى على سطح المخالف وكانتا متوازيتين كان الحكم المذكور لكل قطر من اقطار المضيئة بالنسبة الى مايوازيه من اقطار السطح ثابتا فيلزم من المضيئة حدوث مجسم ضوء فى الجسم الذى هى فيه اما اسطوانة قائمة اومائلة ان تساوتا او مخروط ناقص اتساعه من جهة السطح ان كانت المضيئة اصغر وبالعكس ان كانت اعظم وحدوث مخروط انعطاف فى المخالف اتساعه فى جهة السمك ابدا قائما اومائلا وهذه الاحكام هى التى اردنا بيانها ولها غناء فى تحقق المسائل الآتية فلتحقق ونعود الى باقي مقاصد الفصل ﴿ الشكل - ١٣٤ - ١٣٥ - ١٣٦ - ١٣٧ - ١٣٨ - ١٣٩ ﴾

(قال

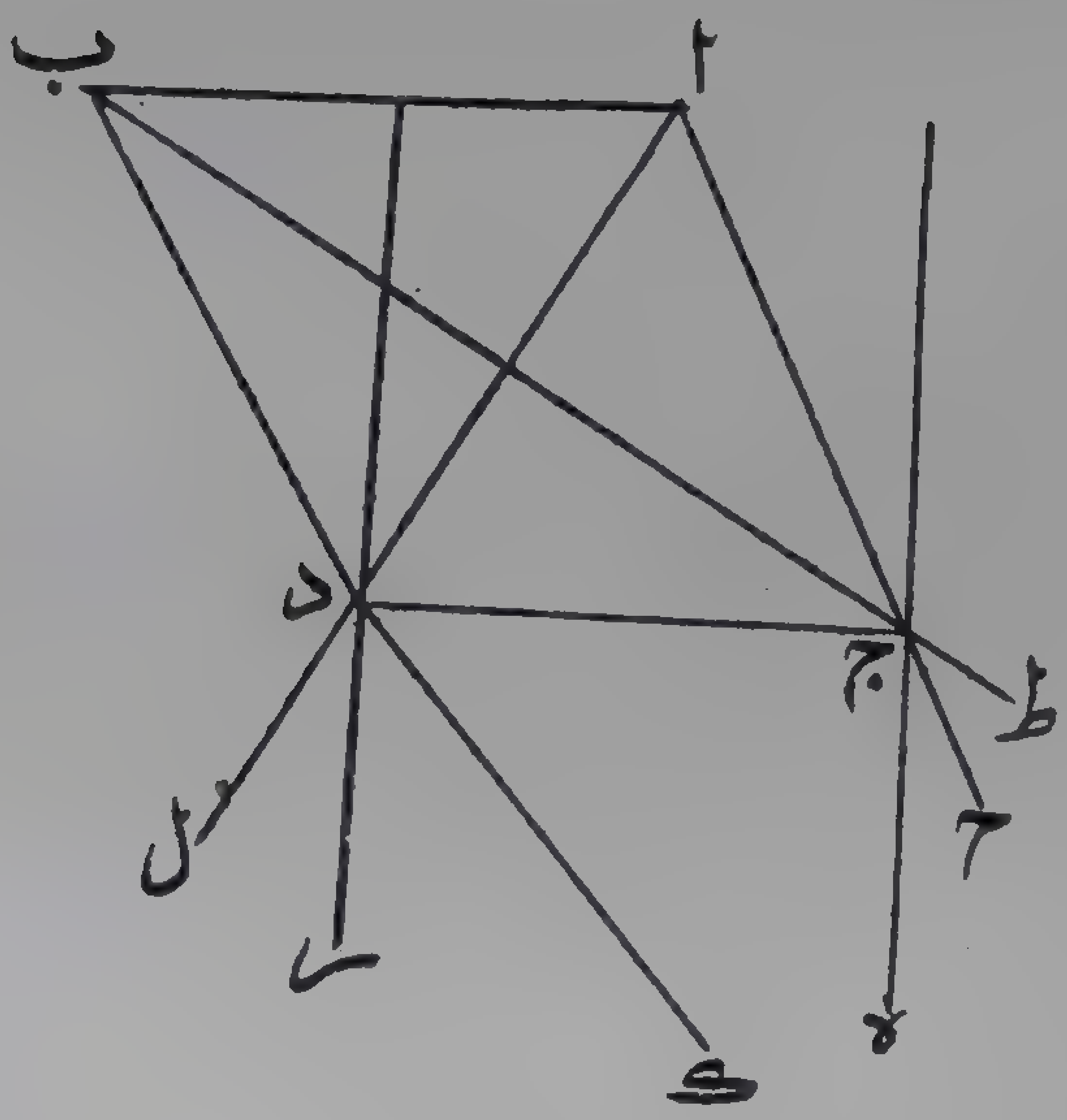
الشكل ١٣٣



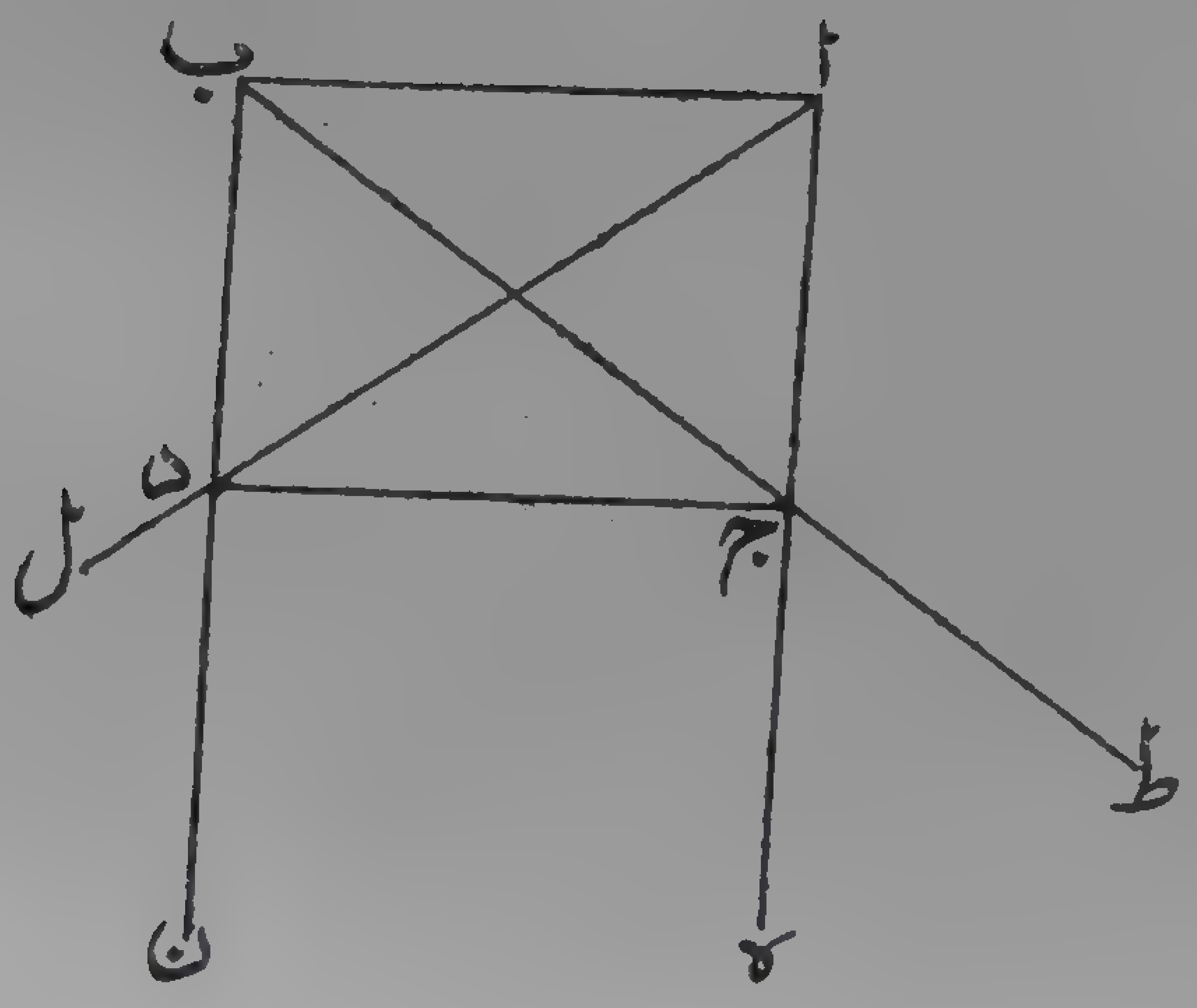
الشكل ١٣٧



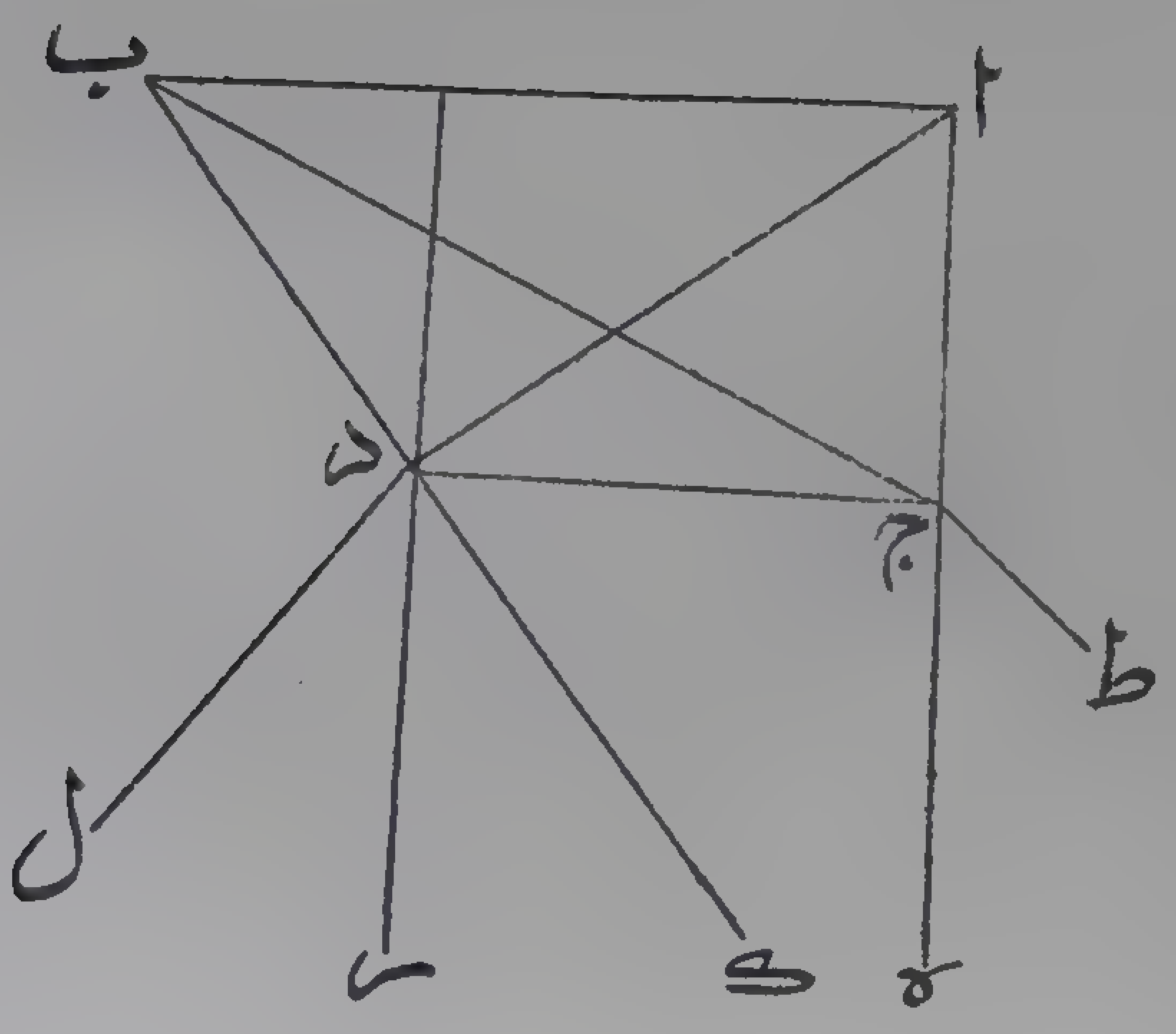
الشكل ١٣٥



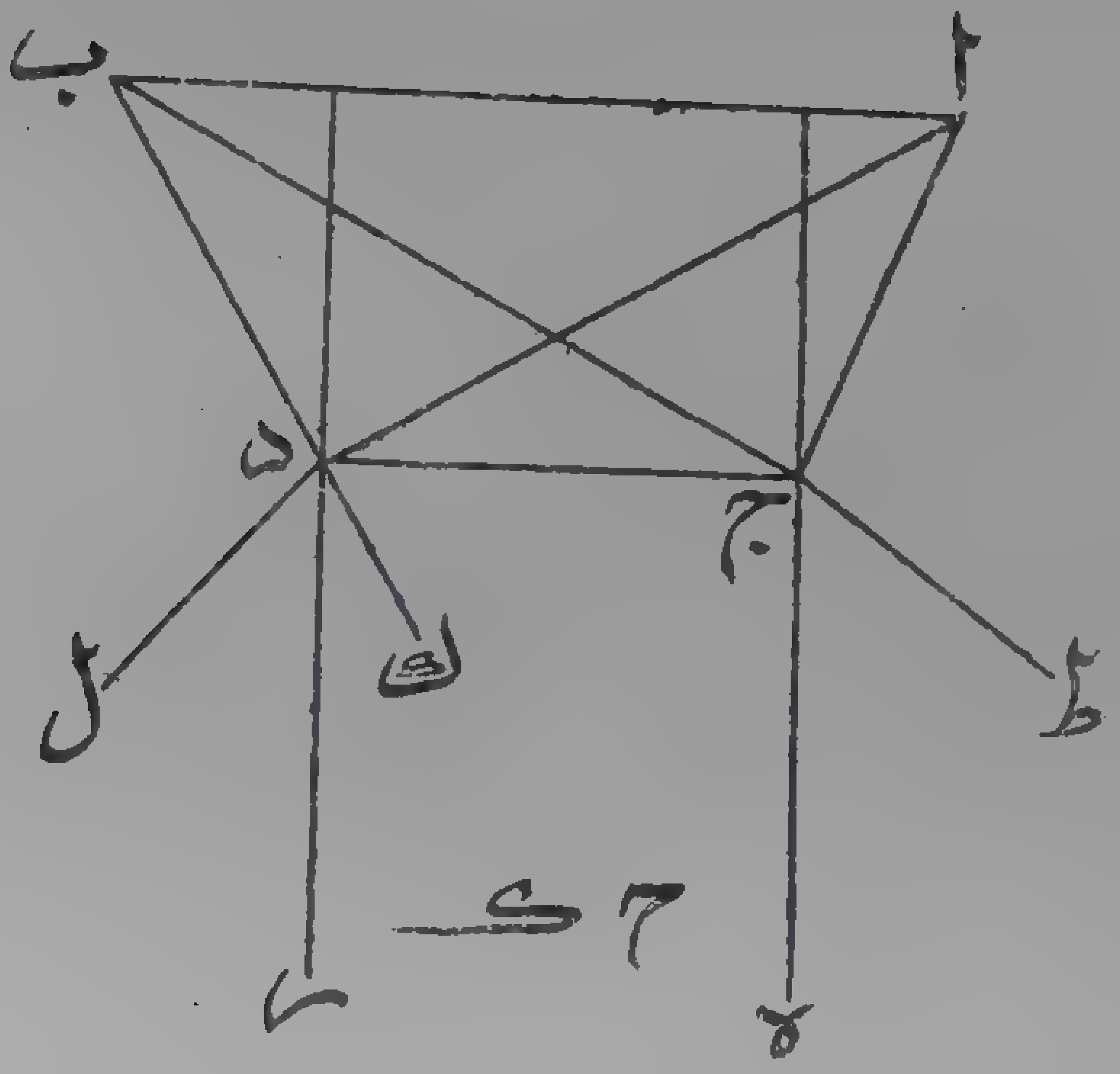
الشكل ع ١٣٦



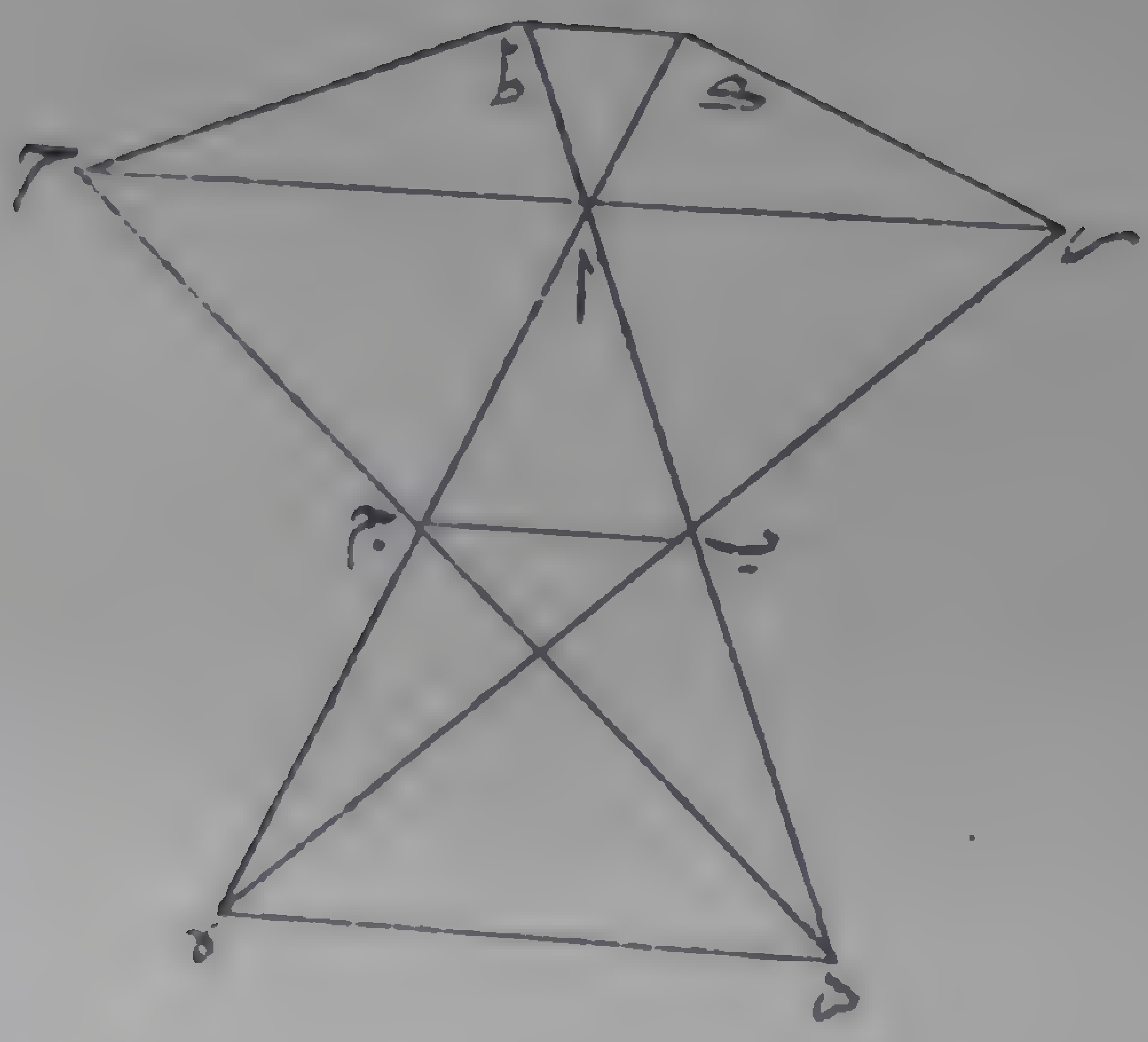
الشكل ١٣٧



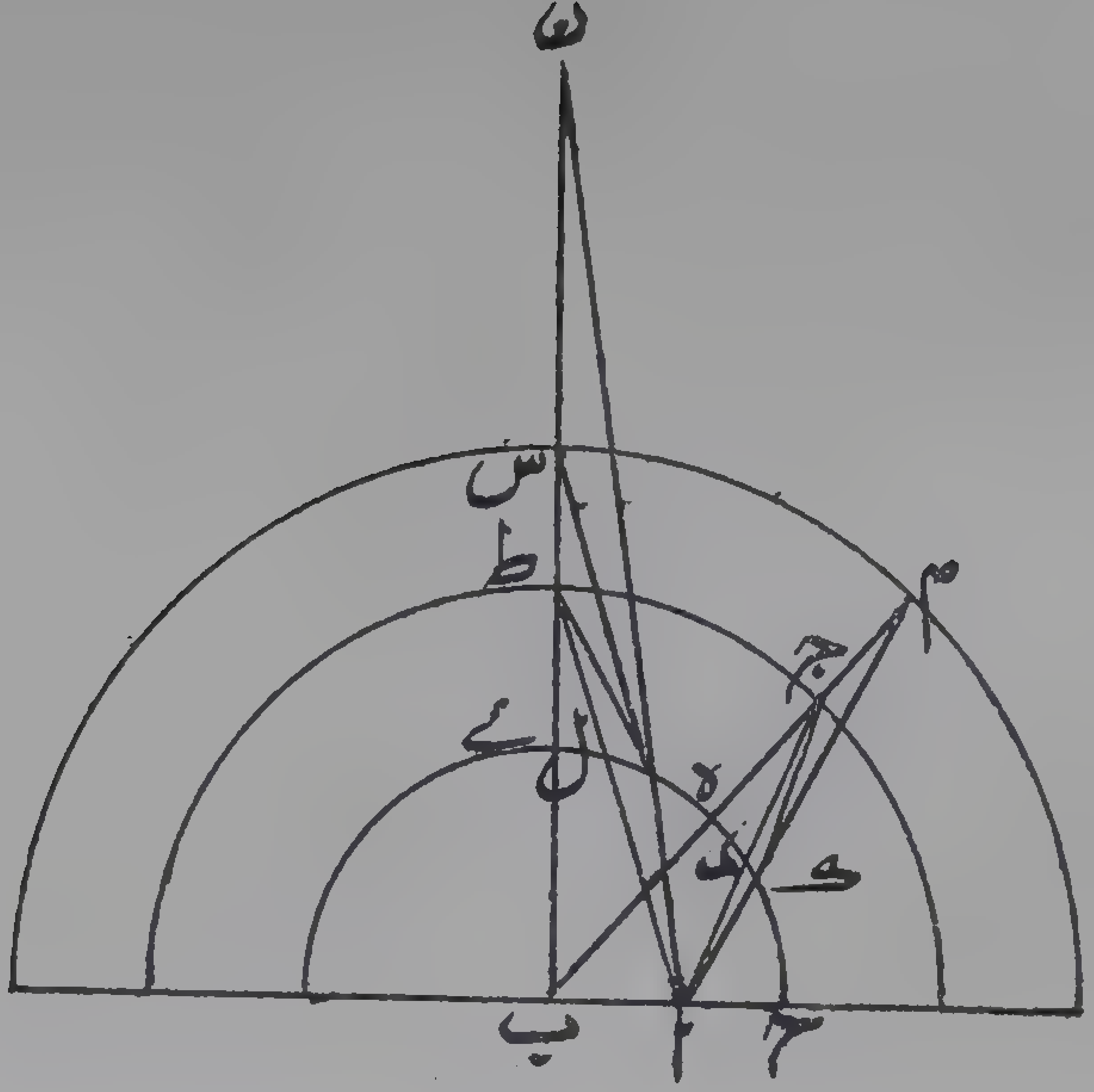
الشكل ١٣٨



الشكل ١٣٩



٢ الشكل عط ١



﴿ قال - ب ﴾ * قد تبين انه اذا كانت نقطتان مضيئتان فى الجسمين فان السمتين اللذين يمتد عليهما ضوء الاولى الى الثانية هما اللذان يمتد عليهما ضوء الثانية الى الاولى فان كانت نقطة مضيئة فى جسم وتوهمنا مخروط استقامتها فى جسمها ومخروط انعطافها فى المخالف فاذا فرضنا صورة مضيئة فى المخالف محيطها على سطح هذا المخروط فصورة ضوءها اذا نفذت من الثانى فى الاول امتدت منعطفة على هيئة مخروط كما ذكر والتام من بعض الخطوط المنعطفة من اضواء نقاطها مخروط تام قاعدته سطح المخالف ورأسه تلك النقطة بعينها وهذا الصنف من الخطوط هى التى التام منها مخروط انعطاف النقطة باعيانها فاذا كان البصر عند رأس هذا المخروط ادرك تلك الصورة بتمامها *

﴿ اقول ﴾ فلنفرض النقطة * ا * ومخروط استقامتها هو الذى عليه * ب ا ج * ومخروط انعطافها * د ب * ج ه * وليقطعه سطح فى السمك وليكن الفصل المشترك الذى هو كقاعدة المخروط مضيئا وعليه خط * د ه * فصورته تمتد على مخروط * د ب * ج ه * الى سطح المخالف ثم تنعطف على مثل مخروط * ر ب * ج ح * المحيط بمخروط * ب ا ج * من جميع الجهات فلاشك ان البصر اذا كان عند * ا * فانه يدرك ضوء * ر ه د ه (١) * لامتداد صور نقاط * د ه * على خطوط الى السطح وانعطافها على خطوط تلتقى جميعا عند * ا * ﴿ الشكل - ١٤٠ ﴾

﴿ ثم ﴾ اقول وكذلك لو فرض البصر على اية نقطة كانت من نقاط مخروط ب ا ج * لان كل نقطة منها اذا امتد مخروط استقامتها الى السطح انعطف فى المخالف على اتساع اعظم من اتساع * د ب * ج ه * ويكون محيطا به

(١) ن - صورة * د ه *

من جميع الجهات اعنى انه لاتكون نقطة من مخروط * د ب * ج ه * خارجة عن المخروط الثانى فاما اذا كان البصر خارجا عن مخروط * ز ب * ج ح * فانه لا يدرك صورة * د ه * بتمامها وذلك انه لو كان خارجا من مخروط * ز ب * ج ح * فانه لا يدرك شيئا منها لاستحالة انعطاف ضوء من اضوائها خارج المخروط ــ وان كان داخل الناقص وخارج التام فاعلم ان الخطوط المنعطفة التى التام منها مخروط * ب ا ج * اذا جاوزت * ا * تباعد ما بينها والتام منها مخروط تام شبيه بمخروط * ب ا ج * وليمتد * ب ا * الى * ط * و * ج ا * الى * ك * ونصل * ر ا * ا ح *

(فنقول) اذا كان البصر عند * ر * فانه لا يدرك من * د ه * سوى * ه * ثم اذا تحرك على * ر ا * فبقدر ما يقرب من * ا * تظهر له اجزاء من خط د ه * مما يلى * ه * بقدر ما يفرزه ضوء البصر الممتد الى * ب * المنعطف فى المخالف من * د ه * فاذا وصل الى * ا * ادرك الجميع ثم اذا جاوزها لم يدرك * ه * و بقدر ما يقرب من * ح * تستتر عنه اجزاء من * د ه * مما يلى * ه * بقدر ما يفرزه ضوء البصر الممتد الى * ج * المنعطف فى المخالف من * ه د * الى ان يصل الى * ح * فلا يدرك سوى * د * ونصل ر ك * ك ط * ط ح * كيف كان فاذا تحرك البصر من * ر * الى * ك * تتراءى له اجزاء من * ه د * مما يلى * ه * الى ان يصل الى * ك * فتكون اجزاء من * ه د * مما يلى * د * بعد مستترة فاذا جاوز * ك * اخذت اجزاء من جهة * ه * تستتر و تظهر ما كانت مستترة من جانب * د * الى ان يصل الى * ط * فيظهر له * د * فاذا جاوز * ط * الى * ح * اخذت باقى الاجزاء تستتر الى ان تصل الى * ح * فلا يظهر له سوى نقطة * د *

ثم

ثم اذا قطع مخروط * ر ب * ج ح * سطح كثيف يجوز بين نقطة * ا *
وسطح المخالف وفى غاية القرب من * ا * فيستر ما تحته من سطح * ب ج *
وغيره مما فوقه لكون كثافته متصلة او يكشف منه قدر دائرة يفرزها عنه
ا * على المخروط وهى فى غاية الصغر ثم جعل البصر على نقطة * ك * فانه
يدرك نقطة * ه * وكذلك اذا حرك البصر على * ك ط * اخذت نقاط
ه د * تتراءى له واحدة بعد واحدة الى ان ينتهى الى * ط * فتتراءى له
نقطة * د * فيدرك حينئذ خط * ه د * بالحركة على خط * ط * ولا يدرك
فى حال جزءاً من الخط مقتدرا بل جزءاً يسيرا فكلما كان * ك ط * اقرب
الى رأس المخروط كان اقصر وكان ادراك * د ه * منه بحركة اقل وفى
زمان اقصر ومما ذكرنا يتحقق ما ذكره من ان كل جسم متلون مضيئ يكون
فى جسم مخالف فان صورته تمتد فى جسمه على خطوط مستقيمة ثم تنعطف
فى الهواء وتمتد فيه على خطوط مستقيمة بعضها يجتمع عند نقطة واحدة فى
الهواء واذا كان البصر عند تلك النقطة فانه يدرك ذلك المبصر بالانعطاف
وان امكن الادراك بالاستقامة فلنقطة واحدة منه فقط وهو المقصد الثانى *
(ج) ان الكواكب والابعاد التى بينها انما تدرك ايضاً بالانعطاف ويعرف
ذلك باعتبارين * ا * بذات الحلق وهو ان ينصب المعتبر ذات الحلق فى
موضع مرتفع نصبتها المخصوصة بها وهى ان يجعل الحلقة منها التى تقوم
مقام دائرة نصف النهار فى سطح نصف النهار والقطب منها مرتفعا
عن الافق بقدر ارتفاع قطب العالم عن افق الموضع الذى يرصد فيه فاذا
جن الليل يعتمد كوكبا من كبار الثوابت التى تمر بسمت الرأس فى البقعة او قريبا
منه ويراعيه عند طلوعه فاذا طلع فليدر الحلقة التى تدور حول قطب معدل

النهار الى ان توازى الكوكب ويحقق موضع الكوكب من الحلقة فيتحصل له بذلك بعد الكوكب عن قطب العالم ثم يراعيه الى ان يوافى نصف النهار ويحرك الحلقة مرة اخرى الى ان توازى الكوكب فيتحصل البعد مرة اخرى عند كونه على سمت الرأس او قريبا منه فاذ اقايس بين البعدين الحاصلين وجد البعد المرصود عند الطلوع اقل من المرصود عند الاستواء واذ ذاك فادراك الكوكب انما هو بالانعطاف اذ لو كان بالاستقامة لما وجد تفاوت بين البعدين لادراك الكوكب حينئذ فى الحالين فى مكانه الحقيقى وليس فى السماء ولا فى الهواء جسم كثيف صقيل تنعكس الصور عنه وتدرك الكواكب عنه بالانعكاس فبقى ان يكون بالانعطاف واذا كان بالانعطاف فالجسم الذى فيه الثوابت مخالف الهواء وجسم جميع السماء متشابه الاجزاء فجميع جسم السماء مخالف للهواء *

(اقول) اما قوله وجسم جميع السماء متشابه الاجزاء فان اراد به جسم سماء واحدة فمسلم عندهم وان اراد ان اجسام جميع السموات متشابهة الشفيف ففيه توقف *

(قال) ومع ذلك فيمكن ان يعتبر شفيف بقية جسم السماء كما نصف *

الاعتبار الثانى

(٢) يقوم القمر فى ساعة قريبة من وقت طلوعه بعيد الطلوع فى ليلة معلومة فى موضع معلوم ويحصل من موضعه بعده عن سمت الرأس ثم ينصب آلة الساعات فى تلك الليلة من قبل طلوع القمر ويعلق آلة يعرف بها الارتفاع ويراعى القمر الى ان يطلع وينتهى الزمان الى الدقيقة بعينها من الساعة التى قوم لها القمر ويحزر ارتفاع القمر فى ذلك الوقت ويحصل بعده عن سمت الرأس ولتكن آلة الارتفاع صحيحة القسمة بادق ما يكون

فانه

فانه يوجد بعد القمر عن سمت الرأس فى ذلك الوقت بالآلة اقل مما يوجبه الحساب فى ذلك الوقت بمينه واذ ذاك فان ضوء القمر لم يمتد الى ثقبتى الآلة التى اخذ بها الارتفاع على استقامة والالكان البعد ذلك البعد فليس امتداد ضوئه من السماء الى الابصار على خطوط مستقيمة بل على خطوط منعطفة *

(اقول) وفيه نظر وذلك ان موضع القمر المحسوب اما ان يعدل باختلاف المنظر اولا فان عدل فيكون البعد المدرك بالآلة هو البعد المحسوب لان اختلاف المنظر انما هو مدرك بذات الثقبين (١) حسا وذلك يتضمن الاختلاف الذى يوجبه الانعطاف وان لم يعدل فيكون البعد اكثر لا اقل وهذا نظر دقيق فاما الجواب عنه فهو انه قد بين بطليموس فى المقالة الخامسة من المجسطى انه رصد القمر بذات الثقبين(٢) فى دائرة نصف النهار فوجد تمام ارتفاعه بها * ن ن * وكان تمام ارتفاعه الحقيقى * مط مح * ناقصا عن المرئى بجزء وسبع دقائق وهو اختلاف المنظر فى دائرة الارتفاع وعلم من ذلك بالبرهان الهندسى ان بعد القمر عن مركز الارض فى هذا الوقت على ان نصف قطر الارض * لط مه * ثم استخرج بناء على هذا الاختلاف بالبرهان والتدقيق فى الحسبان اختلافات مناظر القمر * بمه سه * من اجزاء تمام الارتفاع على ابعاد اربعة الاول لكونه فى الذروة والاوج معا وبعده حينئذ * سد ى * والثانى لكونه فى حضيض التدوير واوج الخارج وبعده * نج ن * والثالث لكونه فى الذروة وحضيض الخارج وبعده * مج نج * والرابع لكونه فى الحضيض وبعده * لج لج * والابعاد على ان نصف قطر الارض واحد واذا تحقق ذلك فليكن * ا * مركز البصر على سطح الافق

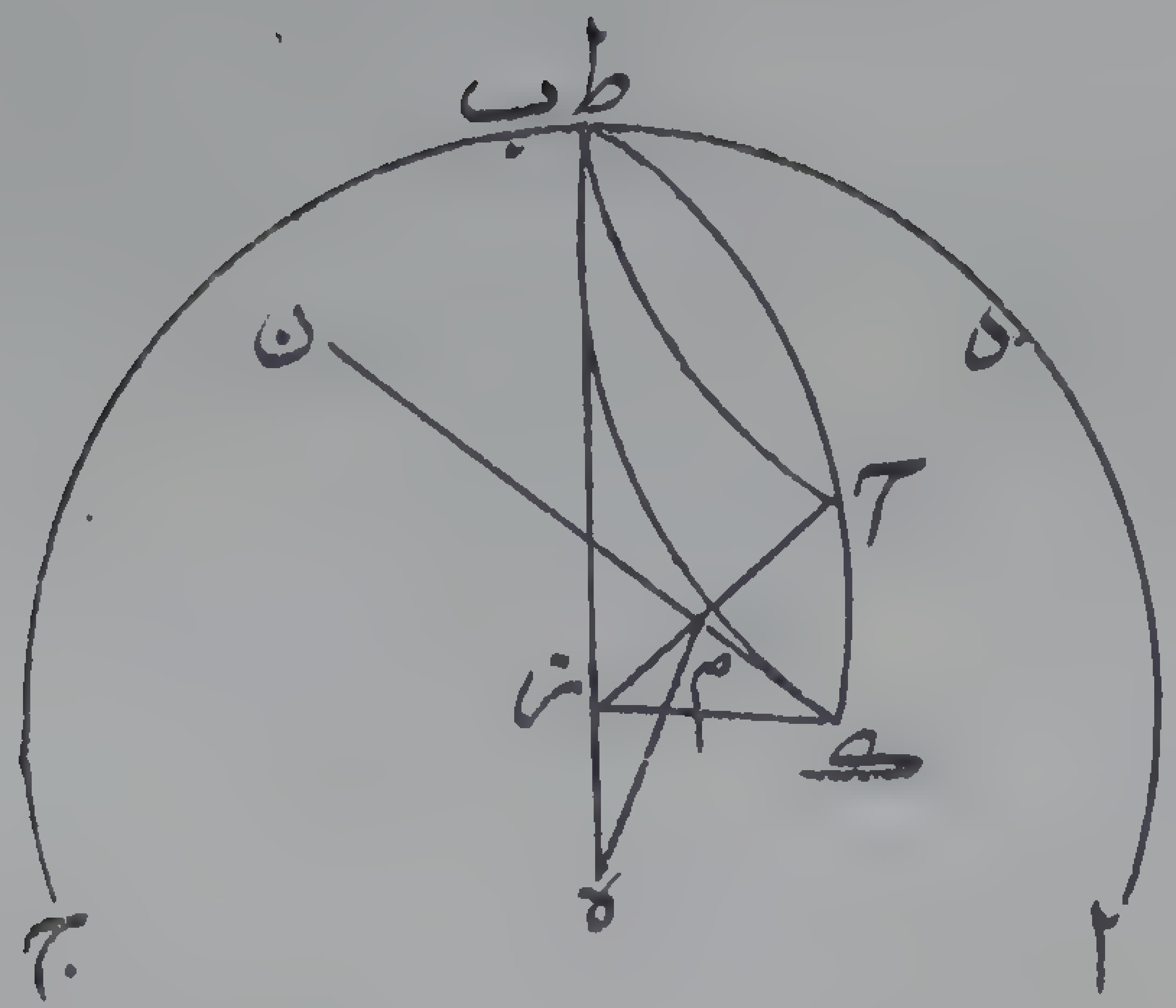
(١ و٢) ن — الشعبتين *

و * ب * مركز السماء و * ج * مركز القمر ولنمر سمتيته بالنقاط الثلث ويحدث على مقعر السماء فصل انعطاف * د ه * ونصل * ب ا * ب ج * وليقطعا دائرة د ه * على * ح ر * ونرسم على مركز * ب * ببعد * ب ج * دائرة * ج ط * فى سطح السمتية وتفرض نقطتى * ج ط * وهما مركز القمر فى آنين فوق الافق و * ج * اقرب الى سمت الرأس فقوس * ح ر * هو تمام الارتفاع لج * وليكن * مط ع * البعد المثبت فى المجسطى ونصل * ب ط * وليقطع دائرة * د ه * على * ى * فقوس * ح ى * هو تمام الارتفاع * لط * ونصل * ا ج * ا ط * وليقطعا دائرة * د ه * على * ك ل * وصورتا * ج ط * لاتردان الى * ا * عن نقطتى * ك ل * بل عن نقطتين ارفع منهما ولتكونا د ه * ونصل * ا د ج * ا ه ط * ومعلوم ان العطفية التى عند * د * اصغر من التى عند * ه * فانعطافية * د * اصغر من انعطافية * ه * وكذا زاوية د ا ج * من زاوية * ه ا ط * وهما قدر التفاوت بين ارتفاعى * ج ط * مدركين بالاستقامة المفروضة وبين ارتفاعيهما مدركين بالانعطاف على ماعليه الامر وذلك لانا قد اعتبرنا فى سطوح الاجسام الغليظة كالماء ان العطفية كلما عظمت زاد المدرك ارتفاعا وان تزايد تفاضل الارتفاعات اعظم نسبة من تزايد تفاضل العطفيات هذا وسطح الماء سطح الافق فتحققنا ان سطحه لو كان قائما على سطح الافق لكان الحال ايضاً كذلك واذا تحقق هذا فى المخالف الاغلظ تحقق انه كذلك فى الالطف فيكون التفاوت بين ارتفاعى * ج * بحسب الاستقامة والانعطاف وهو زاوية * د ا ج * اصغر من التفاوت بين ارتفاعى * ط * و هو زاوية * ه ا ط * ولان تمام ارتفاع * ج * انما هو زاوية * ج ا ك (١) * بحسب الاستقامة و * ح ا د *

(١) ن — ح ل ك ☆

بحسب

الشكل ١٤١



بحسب المدرك المعدل بالانعطاف فنخرج * اد * حتى يلقى * ب ج * على * م * و * اه * حتى يلقى * ب * زا * على * ن * ولا بد من ذلك اذا كانت العطفية صغيرة كما يقتضيه فى هذا المقام نصف قطر الارض عند محيط مدار القمر على ما نبين فى الخاتمة انشاء الله تعالى فزاوية * ام ب * هى زوايا اختلاف المنظر المستخرجة من الرصد وقد ظنوا انها * اج ب * و * م * موضع خيال القمر على ما نبين فى الخاتمة وظنوه موضع القمر اعنى ج * و * ام * بعد خيال القمر وظنوه بعد القمر وهو * اج * وهو اعظم من بعد القمر ثم استخرجوا بالحساب زاوية * اط ب * من * اج ب * ونرسم على مركز * ب * فى سطح السمتية دائرة * م س * ونخرج * ب ط * حتى يقطعه على * س * ونصل * اس * فلان زاوية * اج ب * عندهم هى ام ب * فى الواقع فتكون زاوية * اط ب * المستخرجة منها هى * اس ب * فيكون قدر * اط ب * على ما فى الجدول اصغر منها فى نفسها لانا نخرج * اه * حتى يقطع * ب س * على * ن * فتكون ابعد عن المركز من * س * على ما نبين فى الخاتمة * فاس * يقطع دائرة * ده * على نقطة اقرب الى الافق من * ه * و * اس * وهو سمت الكوكب المستخرج بالحساب * فاه * وهو السمت المرصود اقرب الى سمت الرأس وبمثل ذلك تبين ان القمر اذا كان اقرب الى سمت الرأس من * ج * كان الامر بالخلاف اعنى يكون تمام ارتفاعه المرصود اعظم من التمام المحسوب وقد استبان من ذلك ان بعد القمر المستخرج بذلك المرصد هو اعظم من بعده فى نفسه لان بعده فى نفسه * اج * والمرصود * ام * وانما هو بعد خيال القمر فلتعرف ذلك

﴿ الشكل - ١٤١ ﴾

واذا تقرر انعطاف الاشعة من السماء

الى الهواء اختل اصلان احدهما اصل معرفة الابعاد و الاجرام لاختلال بعد القمر ويكون الجميع اقل مما فى الجداول والثانى اصل معرفة مايظهر من السماء من رأس موضع عال على ما عمل فيه ابو سهل القوهى وغيره الرسائل وكذا اصل معرفة مايظهر من السماء للبصر اذا كان ارتفاع البصر عن سطح الافق المرئى ثلثة اذرع وسطح الارض كريا كسطح ماء البحر على ما عمل فيه ابن الهيثم مقالته الا ان تعدلا بالتعديل الذى يوجبه الانعطاف بحسب سماء سماء والعلم به متعسر جدا *

اشارة

لو امكن ان يرصد فى البحر يوما تكون فيه الشمس او كوكب آخر عديم العرض فى نقطة الاعتدال واعتبر بآلة الساعات قوس النهار والليل فلا بد وان يكون قوس النهار اعظم من قوس ليلته اذا لم يكن للارض قدر محسوس عند مدار الكوكب وسيظهر ذلك فى الخاتمة وكلما كان التفاضل اكثر كان الكوكب ابعد ومداره اعظم وكلما كان التفاضل اقل او كان المدرك نصف المجموع او اقل كان الكوكب اقرب وهذا مما يمكن ان يدرك به نضد الاجرام بعضها فوق بعض سهل عن من وفق لذلك واذا اتفق ذلك فى خط الاستواء فيكون على غاية من التحقيق والله الموفق *

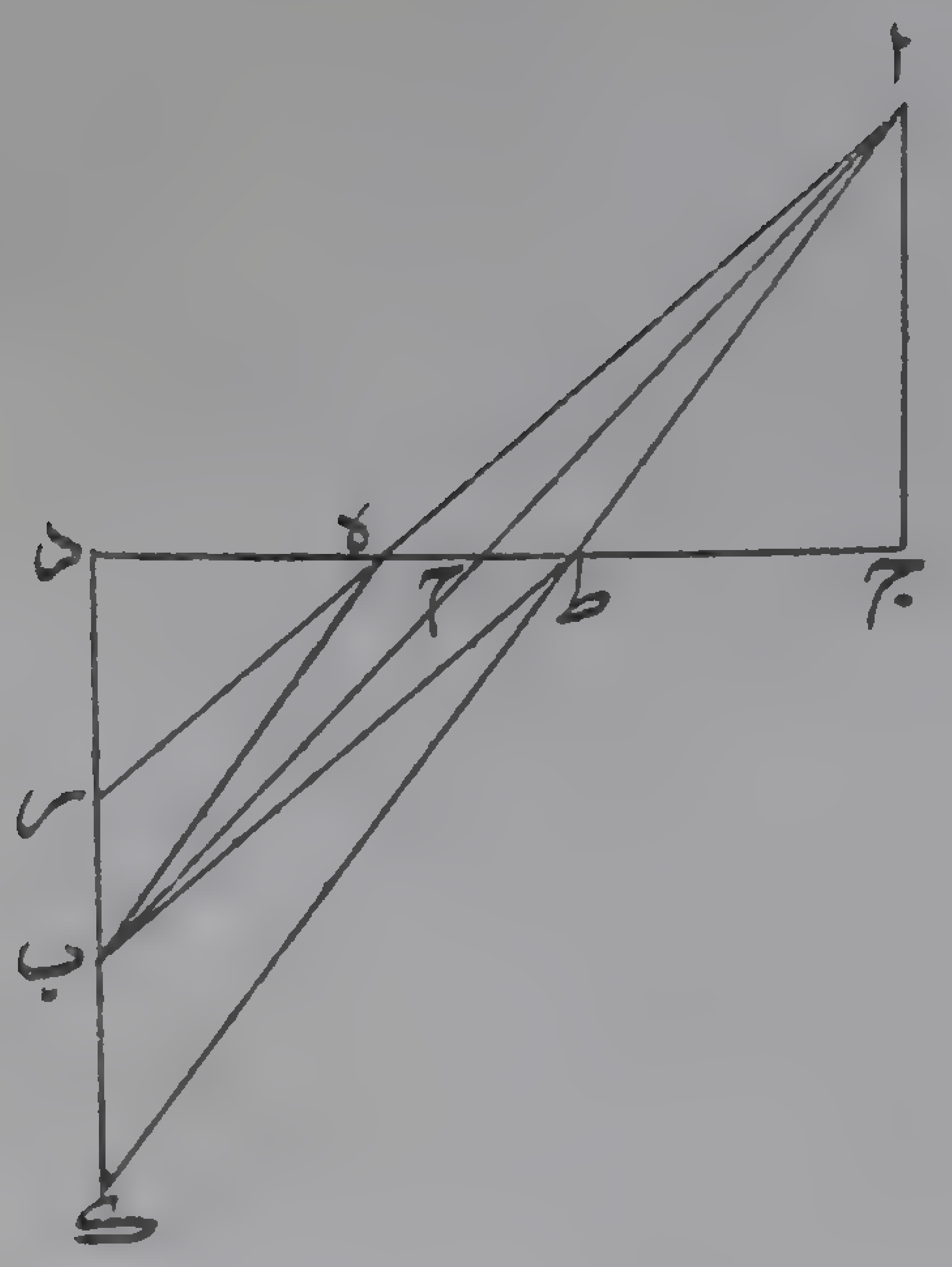
قال فادراك البصر لجميع الكواكب انما هو بالانعطاف لجسم جميع السماء مخالف لجسم الهواء *

الفصل الرابع

(د) ان السماء الطف من الهواء وتبين ذلك بعد الاعتبار الاول بان نفرض دائرة نصف النهار فى تلك الحالة * اب ج * وسمت الرأس * ب * وقطب العالم * د * ومركز * العالم * ه * ونصل * ب ه * والبصر * ر * وليكن

وضع

الشكل ١٤٢



وضع مدار الكوكب اليومى وقت تحصيل بعده اولا وضع دائرة * ح ط
ومركز الكوكب حينئذ * ح * و وضعه فى الوقت الثانى و ضع دائرة
ك ب * وهذا الوضع هو وضعه الحقيقى لان الكوكب اذا كان عند سمت
الرأس اوقريبا منه فليس يدركه البصر الا على استقامته لما مر فدائرة
ك ب * هي التى عليها كان الكوكب وقت الاعتبار الاول فلتكن السمتية التى تمر
بالكوكب ذلك الوقت * ب ح ك * فتقطع دائرة * ك ب * على نقطة
ولتكن * ك * ولان بعد الكوكب عن قطب العالم فى ذلك الوقت اقل
فتكون دائرة * ح ط * اقرب الى القطب من * ك ب * فتكون * ح *
اقرب الى سمت الرأس من * ك * ونصل خطى * ح ر * ك ر * فلان
الكوكب ادركه البصر فى الاول على نقطة * ح * وكان اذ ذاك فى سطح
سمتية * ب ح ك * وفى الحقيقة على محيط دائرة * ك ب * فقد كان عند
نقطة * ك * والبصر ادركه عند * ح * فقد ادركه على استقامة * ر ح *
والخط المستقيم الواصل من البصر اليه * رك * فالبصر لم يدركه على استقامة
فقد ادركه بانعطاف فليكن موضع الانعطاف عند مقعر السماء نقطة * م * ونصل
ك م * و ننفذه الى * ن * فصورة الكوكب امتدت مستقيمة على * ك م
وانعطفت على * م ر * و نصل * ه م * فهو عمود على مقعر السماء ولان
ضوء * ك م * انعطف من خط * م ن * على * م ر * الى جهة العمود فجسم
الهواء اغلظ فالسماء الطف فهذه المقاصد هى التى اردنا بيانها فى هذا الفصل *

﴿ الشكل - ١٤٢ ﴾

الفصل الخامس في الخيال ثلثة مقاصد

(١) الخيال هو صورة المبصر الذى يدركه البصر من وراء جسم مخالف

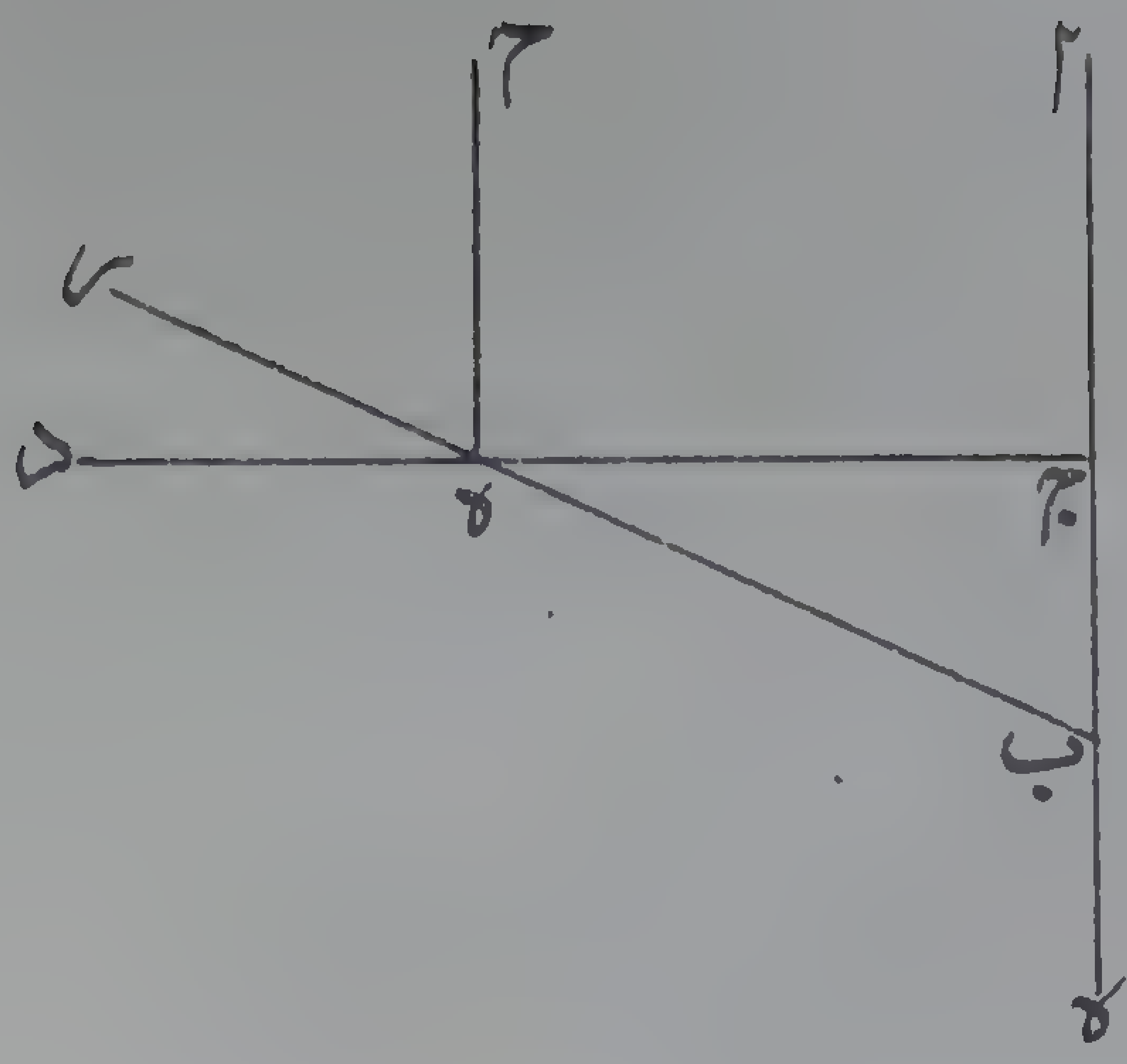
اذا كان البصر مائلا على الاعمدة التى تخرج من البصر الى سطح المخالف وذلك ان الصورة التى يدركها البصر حينئذ ليست هى المبصر نفسه لانه ليس يدركه فى موضعه ولا على هيئته وهو مع ذلك يدركه فى مقابلته وهذه الصورة تسمى الخيال وهذا المعنى يدرك بالقياس والاعتبار اما بالقياس فلانه تبين قبل ان هذا المبصر يدرك بالانعطاف فليس على سمت خط ضوء البصر المنتهى الى موضع الانعطاف وانما يخيل الى الرائى انه يرى المبصر على استقامة ولا يحس بالانعطاف واذن فهو يدركه فى غير موضعه واما بالاعتبار فبان يعتمد المعتبر اناء ذا حرف قائم و يجعل فى وسط قراره مبصرا مبينا كالخاتم والبيضة ويقف وقوفا حتى يرى المبصر فى قرار الاناء ثم يتاخر قليلا الى ان يحتجب عن البصر بحرف الاناء فمتداول ما يستتر عنه يقف فى مكانه ثم يامر غيره ان يسكب من الماء الصافى فى الاناء ما يملؤه وليكن السكب برفق لئلا يتحرك ما فى قرارة الاناء عن مكانه ولا يغير وضع البصر عما كان عليه فى الوقوف الثانى ويصبر الى ان يسكن الماء ثم ينظر الى قرار الاناء فانه يرى المبصر بعد ما لم يكن يراه فيتبين له ان الصورة المرئية حينئذ ليست فى موضعها بل قدار تقمت عن موضعها بحيث لم تستتر بحرف الاناء *

الفصل الثانى

(ب) واذ تبين ذلك فنقول خيال كل نقطة من المبصر المذكور على الفصل المشترك بين العمود الخارج من تلك النقطة على سطح المخالف وبين خط الشعاع الممتد الى موضع الانعطاف اذا اخرج الى ان يلقى العمود *

(اقول) فى تمثيله فليكن البصر * ا * والنقطة التى على المبصر * ب * و * ج د * فصل الانعطاف ونخرج من * ب * عمودا على * ج د * وليكن ب د * ومن * ا * عمود * ا ج * على * ج د * وليكن الجسم الذى فيه ب *

الشكل ۱۳۳



ب * اغلظ ونصل * اب * وليقطع * ج د * على * ح * فاذن النقطة التى
ينعطف عنها الضوء الممتد من * ا * الى * ب * تكون بين * ح د *
لانها لو كانت * د * اومن ورائها لما انتهى الخط المنعطف عنها الى * ب *
ابدا وكذا لو كانت * ح * اومن دونها فلتكن * ه * ونصل * اه * ه ب *
ونخرج * اه * الى ان يلقى * ب د * على * ر * فخيال * ب * هو نقطة
ر * وايضا فليكن الجسم الذى فيه * ب * الطف فتكون النقطة التى ينعطف
عنها الضوء الممتد من * ا * الى سطح المخالف على * ب * بين * ج ح *
لانها لو كانت * ح * وانعطف الضوء الى خلاف جهة العمود الخارج من
ح * على * ج د * لما وصل الى * ب * وبالاولى ان لا يكون وراء * ح *
فليكن * ط * ونخرج * اط * الى ان يلقى عمود * ب د * وانما يلقاه تحت
نقطة * ب * مثل * ك * فخيال نقطة * ب * هو * ك *

﴿ الشكل - ١٤٣ ﴾

(قال) ولنثبته باعتبارين * ا * اعتبار ذلك اذا كانت النقطة فى جسم اغلظ
تخذ المعتبر دائرة من الخشب قطرها ليس باقل من ذراع واحد وليسو
سطحها بغاية الامكان ويعين مركزها ويخرج فيها اقطار امتقاطعة كم
شاء وليرسمها غلاظاً بحديدة لترتسم بينة ثابتة وليملأ الخطوط بجسم
ابيض كاسفيداج معجون باللك اوالشمع ويجعل نقطة المركز سوادا بينا
ثم يعتمد اناء كما مر ويضعه فى موضع مضيىء كما ذكر ويسكب فيه ماء صافيا
ويكون سمك الماء اقل من قطر الدائرة واكثر من نصف قطرها ثم
يدخل الدائرة فى الماء ويضعها على حرفها ويجعل وجهها الذى فيه
الاقطار مما يلى بصره ويحرك الدائرة على حرفها الى ان يصير واحد من

الاقطار قائما على سطح الماء وقطر آخر بعضه بارزاً من الماء وليجاوز الماء مركز الدائرة باصابع ثم يحط بصره الى ان يصير قريبا من موازاة سطح الماء قدر مالا يستتر عنه مركز الدائرة ثم يتأمل المركز والقطر القائم فانه يجد المركز على استقامة القطر القائم *

(اقول) ويجد ايضا الخارج عن الماء منه على استقامة الداخل فيه *

(قال) ثم يتأمل القطر الآخر المائل فانه يجده منحنيا وانحناؤه عند سطح الماء والجزء الداخل منه محيطا مع الخارج بزاوية منفرجة والزاوية مما يلي القطر القائم ويجد الداخل منه مستقيما متصلا فتبين من ذلك ان صورة النقطة التى هى مركز الدائرة اعنى التى يدركها البصر ليست هى عند المركز والا كانت على استقامة الخارج من القطر المائل على ما هى عليه فى الحقيقة بل هى مرتفعة عن موضع المركز ولانها على استقامة الخارج من القطر القائم فهى على العمود الخارج منه على سطح الماء ويتبين من انحناء المائل عند سطح الماء واستقامة الداخل منه واتصاله ان كل نقطة من الجزء الداخل منه مرتفعة عن موضعها ثم ينبغى ان يدير الدائرة على حرفها الى ان يصير القطر المائل قائما والقائم مائلا فيجد الحال منعكسة اعنى انه يرى صورة المركز على استقامة القطر الذى كان مائلا والآن هو قائم مائلا عن استقامة القطر الآخر والقطر الآخر منحنيا وانحناؤه الى جهه القطر القائم الآن وكذالو فعل هذا الفعل بجميع الاقطار فلان كل نقطة يدركها البصر بالانعطاف فانما يدركها فى مقابلته و على استقامة الخط المستقيم الذى عليه تمتد الصورة من سطح المشف الى البصر وهذا المعنى يتبين عند اعتبار ادراك المبصرات بالآلة المتقدمة لانه اذا سد المعتبر ثقب الثانى لم يدرك المبصر لان الخط

المستقيم

المستقيم الخارج من البصر الى موضع الانعطاف اعنى الذى ترد عليه الصورة من السطح الى البصر قد انقطع بسد الثقب و كذلك يدركها على استقامة العمود المذكور فموضع الخيال هو التقاطع المذكور*

الاعتبار الثانى

(٢) اعتبار ذلك اذا كانت فى جسم الطف

تتخذ قطعة من الزجاج الصافى ولتكن مستوية السطوح متوازيتها فى غاية الصحة طولها ثمانى اصابع و كل من عرضها وسمكها اربع ويعتمد الدائرة الخشبية المذكورة ويخط فى ظهرها وترا طوله عشر اصابع و ينصفه ويخرج فيها قطرا مارا بالمنتصف فيكون عمودا على الوتر وقطرا آخر مارا بطرف الوتر و يملؤ القطر القائم بجسم ابيض والمائل بجسم احمر ثم يركب الزجاجة على ظهر الدائرة ويطبق احدى نهايات طولها على نصف الوتر بحيث يفصل اصبعان منها خارج الدائرة عن طرف القطر المائل واصبع واحد من وراء القطر القائم ويكون جسم الزجاجة مما يلى المركز ثم يلصق الزجاجة على هذا الوضع فيكون القطر القائم عمودا قائما على سطحى الزجاجة المتوازيين و القطر المائل مائلا عليها ثم يجعل احد بصريه على الفصل المشترك بين محيط الدائرة ونهاية الزجاجة التى هى طرف القطر المائل ويقرب بصره من الزجاجة جدا حتى لا يرى بهذا البصر من سطح الزجاجة غير طرف القطر المائل و ليكن بصره الآخر فى الجهة التى فيها الزجاجة والدائرة من فوق ثم يستر مايقابل بصره الآخر من سطح الزجاجة بقرطاس يلصقه على بعض الزجاجة ليكون ادراكه للقطر المائل الاحمر بالبصر الواحد الذى على الفصل المشترك دون البصر الآخر وادراكه للقطر القائم الابيض بالبصرين جميعا فاذا تحرر هذا الوضع فليتأمل المركز

فانه يجده على استقامة القطر الابيض ويجد القطر المائل منحنيا عند سطح الزجاجة الذى يلى المركز وزاوية الانحناء مما يلى المحيط ويجد كلا من جزئى المائل الذى تحت الزجاجة والذى هو خارج منها مستقيما و يدرك الجزء الذى تحت الزجاجة على استقامة لان البصر مماس لسطح الزجاجة والقطر القائم بعضه تحت الزجاجة وبعضه بارز فوق الزجاجة مما يلى المحيط وبعضه بارز مما يلى المركز فالجزء الذى تحت الزجاجة يدركه البصر الآخر الذى هو فى جهة الزجاجة والدائرة بالانعطاف و الجزء الذى يلى المحيط باستقامة والجزء الذى يلى المركز بانعطافين الاول من الهواء فى الزجاجة والثانى من الزجاجة فى الهواء وهذا الجزء اعنى الذى هو خارج من القطر القائم من الزجاجة مما يلى المركز يدركه البصر الذى على الفصل المشترك بانعطاف واحد لكونه متصلا بالزجاجة عند الحس وكون الخطوط الواصلة منه الى سطح الزجاجة الذى يلى المركز مائلة عليه سوى خط واحد لا يمكن ان يصل الى المركز على استقامته *

(اقول) فيلزم ان يدرك الجزء الذى تحت الزجاجة و الذى فوقه مما يلى المحيط باستقامته *

(قال) ومع ذلك فالبصران جميعاً يدركان هذا القطر يعنى القائم مستقيما وكذا ان ستر البصر الآخر ونظر بالبصر الاول وكذا ان نظر به وقد رفعه عن الزجاجة وعلته ان كل نقطة منه وان كانت مرئية بالانعطاف فى غير موضعها لكنها على العمود المذكور وهو القطر عند فرضنا فيدرك مستقيما*
اقول وان اريد ان يعتبر ذلك فى المخالف الاغلظ الكرى السطح اتخذ قطعة كرة صحيحة من الزجاج والصقت على وجه الدائرة الخشبية بحيث يكون

مركز

مركز قاعدتها على قطر من الاقطار المرسومة ومباينا عن مركز الدائرة قدر اليس باليسير ويكون مركز الدائرة تحت الزجاجة ثم يتأمل صورة مركز الدائرة فتوجد على استقامة القطر المار بالمركزين دون سائر الاقطار والباقية منحنية عند سطح الكرة وان اريد بالاعتبار فى المخالف الالطف اتخذ قطعة كرة اقل من النصف قطر قاعدتها اعظم من قطر الدائرة وكلما كان اعظم كان اوفق وسهمها اصغر من سهم القوس المفصولة من الدائرة وتنصف بسطح مستو يمر على سهمها ثم يفصل من الفصل بين قاعدة القطعة و السطح المنصف خطا قدره ثمانية اصابع و يقطع نصف القطعة بسطح مستو يقوم على سطح القاعدة والفصل المشترك ويمر بنقطة الفصل ثم يركب القدر المنفصل منها على ظهر الخشبة ويضع الزجاجة المذكورة تارة حدبتها نحو المحيط ويبقى بين سطحها ومحيط الدائرة مسافة وتارة نحو المركز ويبقى بين سطحها و بين المركز مسافة ثم يعتبر كما ذكر ليوجد كما وجدوان اريد الاعتبار فى مقعر السطح فالطريق فيه ايضا سهل وعندذلك فيحصل اليقين بالحدس ان الامر مطرد على اية هيئة كان سطح المخالف كما فى المرايا*

قال فتبين ان كل نقطة يدركها البصر من وراء جسم مشف فان كانت فى جسم اغلظ فانه يدركها على استقامة العمود المذكور واقرب الى سطح المشف مما هى عليه وان كانت فى الطف فانه يدركها على تلك الاستقامة وابعد عن السطح*

اقول فى حكم القرب والبعد استثناء توقف عليه فى الخاتمة ان شاء الله تعالى*

قال ويدركها فى كلتا الحالتين على استقامة الخط الذى عليه ترد الصورة الى البصر فى الجسم الذى فيه البصر فيدركها فى كلتا الحالتين على التقاطع

المذكور *

تذليل

فاما لمية رؤية الصورة عند الخيال فهى ان البصر ليس يدرك شيئا الا على استقامة خطوط الشعاع وقد تقدمت علة ذلك واما كون الخيال فى الموضع المذكور فلما تبين فى المقالة الثانية ان الضوء اذا امتد فى جسم مشف فانما يمتد فيه بحركة فى غاية السرعة واذا امتد على خط مائل على سطح المخالف فان حركته تكون مركبة من حركته على العمود الخارج من مبدأ الضوء الى السطح وحركة على عمود ثان قائم على الاول فضوء الصورة بمنزلة ما تحرك على العمود الاول ثم انتقل منه بحركة اخرى على العمود الثانى او بحركة مركبة منهما وهذه النقطة انما يدركها البصر على سمت خط الشعاع فالصورة الحاصلة فى موضع الانعطاف هى بمنزلة صورة تحركت على العمود الاول الى موضع الخيال ثم تحركت على خط مستقيم الى البصر فلهذه العلة يدرك الصورة عند الخيال و يكون الخيال فى الموضع المذكور *

اقول ولا يخفى ان هذا كلام مخيل لانه كله خيالات *

الفصل الثالث

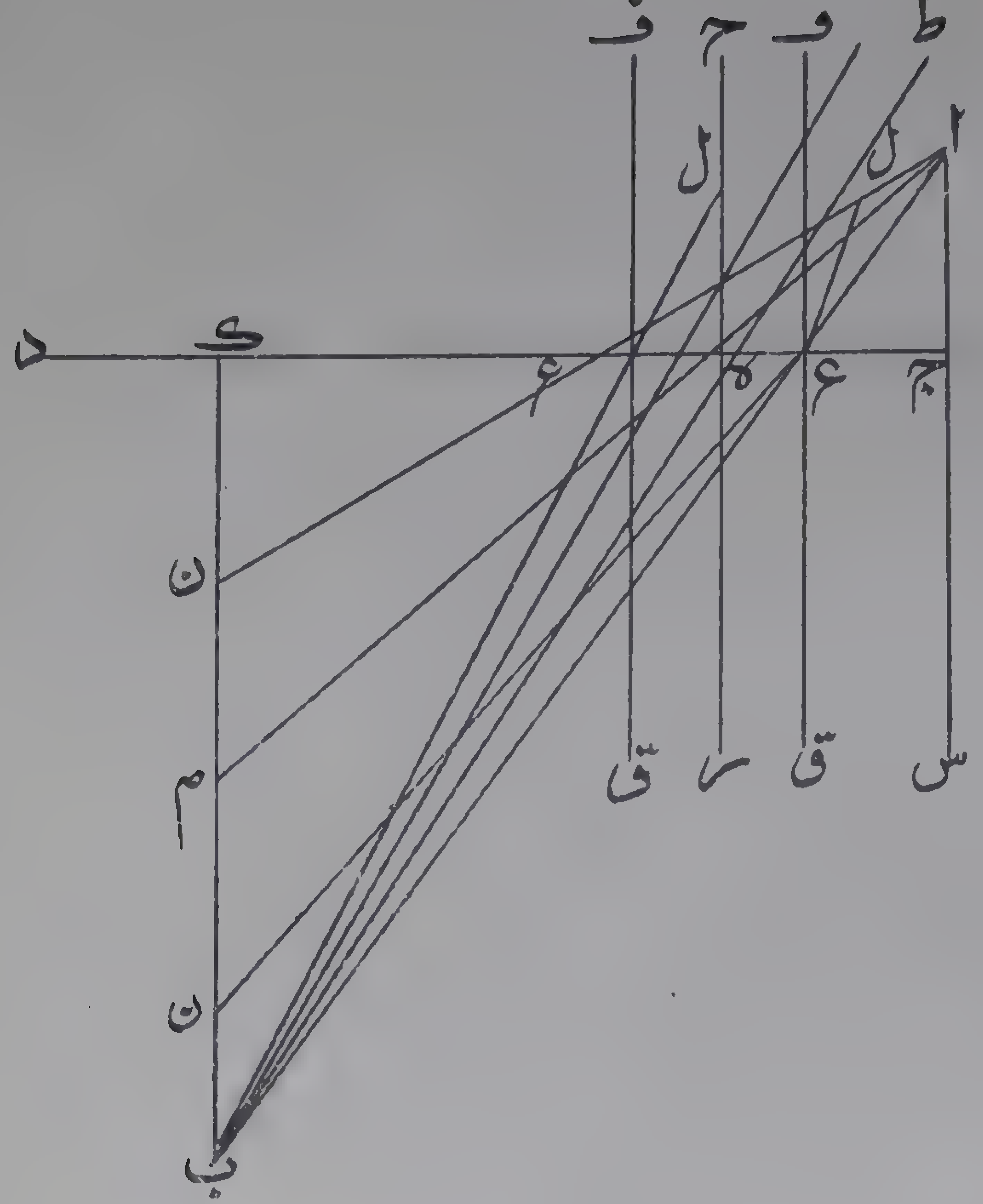
(قال - ج) كل جسم مخالف يكون سطحه المقابل للبصر واحدا مستويا او مستديرا كريا فان كل نقطة يدركها البصر من وراء ذلك الجسم لا يكون لها الا خيال واحد فلا يدركها البصر الا نقطة واحدة فقط *

اقول وفيه استثناء و سيتضح *

قال فليكن البصر * ا * و النقطة * ب * وليكن سطح المخالف مستويا وفصل انعطاف * ب * خط * ج د * و ليكن المخالف اغلظ ونخرج من ا * عمود * اج * على * ج د * و ننفذه مستقيما الى * س * فنقطة * ب *

اما

الشكل ١٤٤



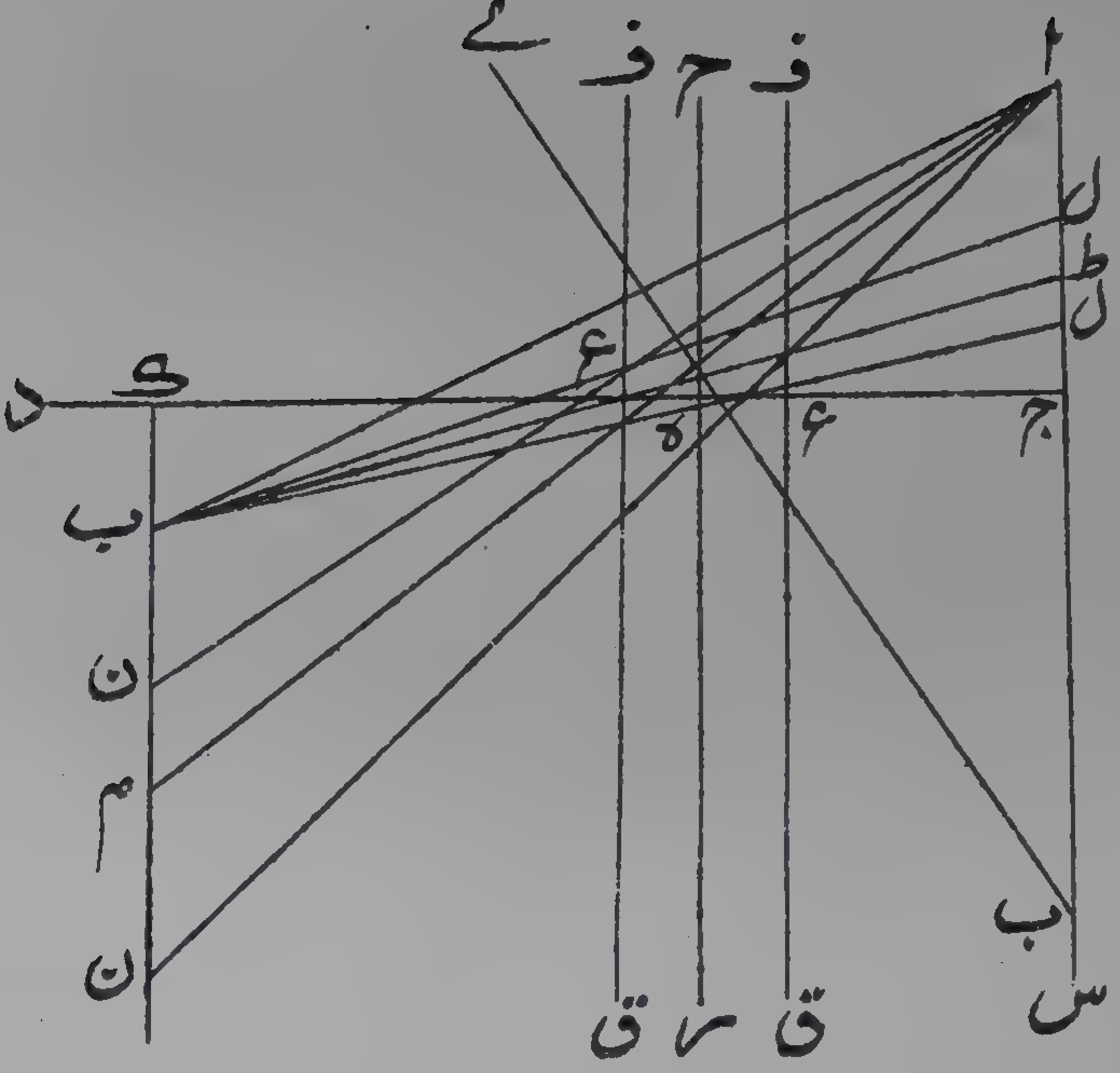
اما ان تكون على * ج س * اولا فان كانت عليه فلاشك ان بصر * ا *
يدرك * ب * من سمت * اج * وفى موضعها من غير انعطاف *
(فاقول) انه لا يمكن ان يدركها بالانعطاف من موضع آخر لا من نقطة
ليست على فصل * ج د * لان نقطة الانعطاف حينئذ تكون خارجة عن
سطح الانعطاف ولا من نقطة على الفصل والا فليدركها من * ه * ونصل
ب ه * ونخرجه الى * ز * ونخرج من نقطة * ه * عمود * ه ح * فى الجسم
الاول على * ج د * فلان صورة * ب * امتدت فى الجسم الاغلظ الى سطحه
على * ر ه * المائل عليه ثم انعطفت فى الجسم الالطف فالانعطاف يكون
الى خلاف جهة العمود فتنعطف عن خط * ه ر * الى خلاف جهة * ه ح *
فلا يمكن ان تصل الى * ا * وكذلك حكم سائر النقاط فلا يدرك البصر نقطة ب *
بالانعطاف اصلا فلا يدركها الا من نقطة واحدة ﴿الشكل - ١٤٤﴾
و ايضاً فان لم تكن * ب * على * اج * فلا يدركها البصر بالاستقامة
فلتنعطف صورة * ب اليه من نقطة * ه * ونصل * ب ه * ه ا * ونخرج
من نقطة * ه * عمودا على * ج د * وليكن * ج ر ه * ونخرج * ب ه *
الى * ط * ولان جسم * ا * الطف من جسم * ب * يكون * ه ا *
عن ضد جهة عمود * ه ح * فيكون * ه ط * بين خطى * ه ا * ه ح *
ونخرج من نقطة * ب * عمود * ب ك * على * ج د * ونخرج * ا ه * على
استقامته فهو يقطع خط * ب ك * على نقطة بين * ب ك * فلتكن * م *
فنقطة * م * خيال * ب *
(اقول) فلا يمكن لنقطة * ب * خيال غير * م * والا فليكن * ن *
ولا يكون الا على خط * ب ك * وفيما بين طرفيه فاما ان يكون بين * م ك *

او بين * م ب * فان كان بين * م ك * فنصل * ان * قاطعا * لج د * على ع * وتكون نقطة * ع * فيما بين * ه ك * ضرورة فنخرج منها عمود ف ع ق * على * ج د * ونصل * ب ع * ونخرجه الى * ل * فيكون ع ل * ايضاً فيما بين * ع ا * ع ف * فلان زاوية * ه ب ك * اعظم من ع ب ك * فعطفية * ط ح ه * اعظم من * ل ع ف * فانعطافية * ط ه ا * اعظم من * ل ع ا * فزاوية * ا ه ب * اصغر من * ا ع ب * وذلك محال وان كان * ن * فيما بين * م ب * كان * ه * فيما بين * ع ك * وكانت عطفية ط ه ح * اصغر من * ل ع ف * وانعطافية * ط ه ا * اصغر من * ل ع ا * فزاوية * ا ه ب * اعظم من * ا ع ب * وذلك محل *

(اقول) وبوجه آخر لما كان ضوء * ب * يمتد على خطي * ب ه * ب ع * وينعطفان الى * ا * فلو فرضت * ا * نقطة مضيئة لكان خطا * ا ه * ا ع * ينعطفان الى * ب * ايضاً فلان ضوء * ا * يمتد الى نقطتي * ه ع * و * ه اقرب الى * ج * من * ع * تكون عطفية * ا ه ح * اصغر من عطفية ا ع ف * فتكون انعطافية * م ه ن * اعنى * ا ه ط * اصغر من انعطافية ن ع ب * اعنى * ا ع ل * ولان صورة * ب * امتدت الى نقطتي * ع ه * و * ع * اقرب الى * ك * من * ه * تكون عطفية * ب ع ق * اصغر من عطفية * ب ه ر * فتكون انعطافية * ا ع ل * اصغر من انعطافية * ا ه ط * وقد كانت اعظم هذا خلف ﴿ الشكل - ١٤٥ ﴾ وان كانت نقطة * ن * فيما بين * م ب * فتكون * ع * بين * ج ه * فنصل الخطوط ونخرج العمود ونبين الخلف بمثل البيان المذكور فليس لنقطة * ب * خيال غير * م * فلا ترى الا واحدة واستبان من ذلك انه لايجوز ان يمتد

خطا

الشكل ١٤٥



خط اضوء من نقطة بعينها الى سطح المخالف الاغلظ والسطح مستو ثم ينعطفا
الى نقطة بعينها فهما متباعدان بعد الانعطاف كما سبقت الاشارة اليه
فى تضاعيف الفصل الرابع *

(قال) وايضا فليكن الجسم الثانى الطف نقول فالحكم كذلك ولنعد الشكل
فنقطة * ب * ان كانت على * ح س * فبصر * ا * يدركها على استقامة
ولا تنعطف اليه صورتها من موضع والا فلتنعطف من * ه * ونصل * ب ه *
وننفذه الى * ى * ونخرج من * ه * عمود * ه ح ز * على سطح المخالف
فصورة * ب * اذا وصلت الى * ه * انعطفت فى جسم الى جهة العمود
ولا تصل اليه ابدا فلا تنتهى الى بصر * ا * وان لم تكن * ب * على * ج س *
فانا نخرج من * ب * عمود * ب د * على فصل * ج د * ولتكن نقطة
انعطاف صورة * ب * الى * ا ه * ونخرج عمود * ح ه ز * ونخرج
ب ه * الى * ط * فيكون * ا ه * فيما بين * ه ط * ه ح * لكون الانعطاف
الى جهة العمود ونخرج * ا ه * و ليلاق * ب ك * على * م * تحت
ب * فم * خيال * ب *

(اقول) فليس لنقطة * ب * خيال آخر والا فليكن * ن * و يكون تحت
ب * ضرورة فاما ان يكون بين * م ب * او تحت * م * و نصل * ان *
فيقطع * ج د * و ليكن على * ع * فهى نقطة الانعطاف ونصل * ب ع *
وننفذه الى * ل * ونخرج من * ع * عمود * ف ع ق * فيكون * ع ا *
فيما بين * ع ل * ع ف * ايضا فان كان * ن * فيما بين * م ب * فعطفية
ل ع ف * اصغر من * ط ه ح * فانعطافية * ل ع ا * اصغر من * ط ه ا *
فباقية * ا ع ف * اصغر من * ا ه ح * و زاوية * ا ع ف * مثل * ا ن ك *

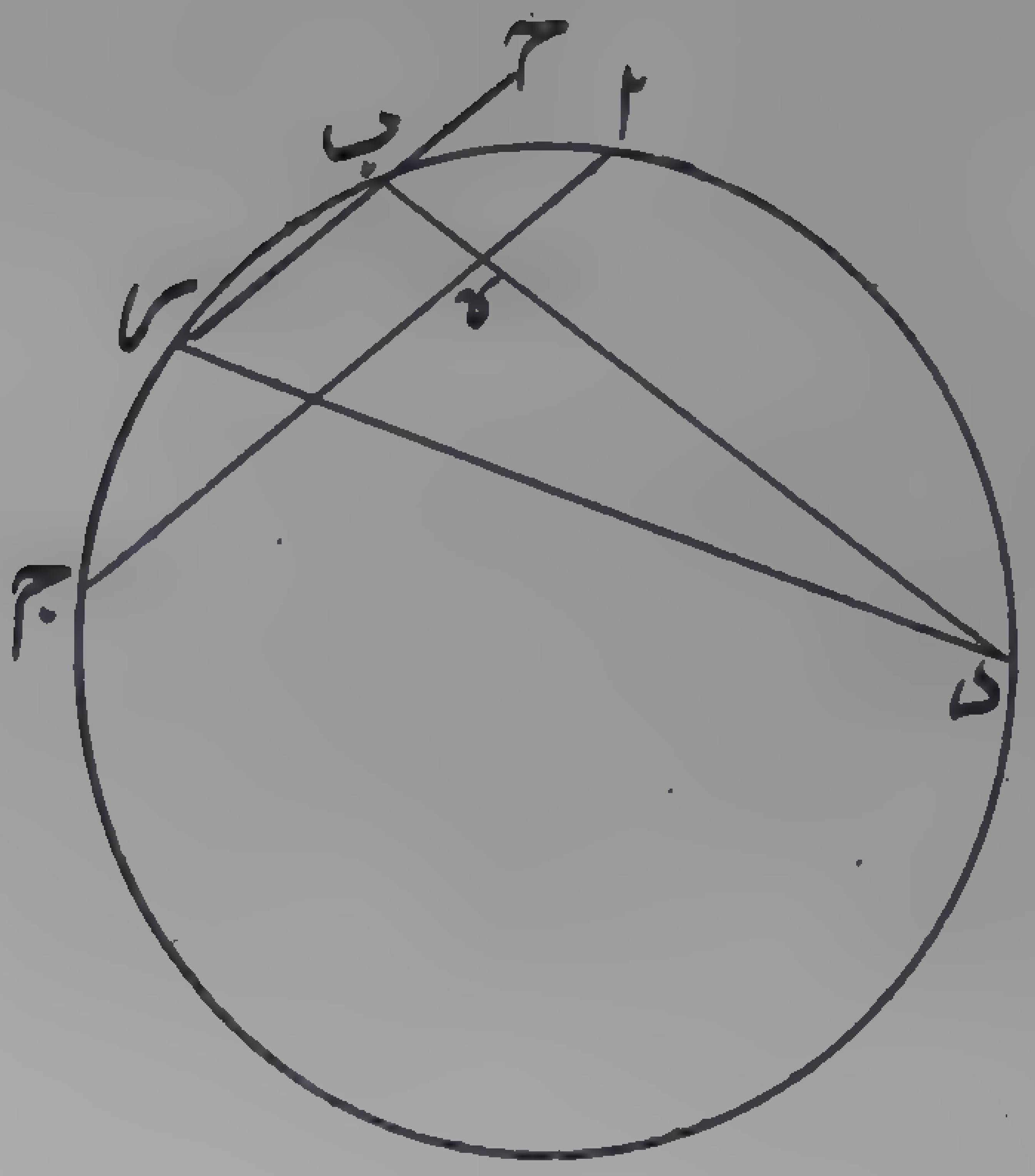
و * ا ه ح * مثل * ام ك * فزاوية * ا ن ك * اصغر من * ام ك * هذا محال وان كان * ن * تحت * م * كان * ه * فيما بين * ع ك * فمطافية ل ع ف * اعظم من * ط ه ح * فانعطافية * ل ع ا * اعظم من * ط ه ا * فباقية * ا ع ف * اعظم من * ا ه ح * فزاوية * ا ن ك * اعظم من ام ك وهو محال فليس لنقطة * ب * خيال غير * م * وذلك ما اردناه *

﴿ الشكل - ١٤٦ ﴾

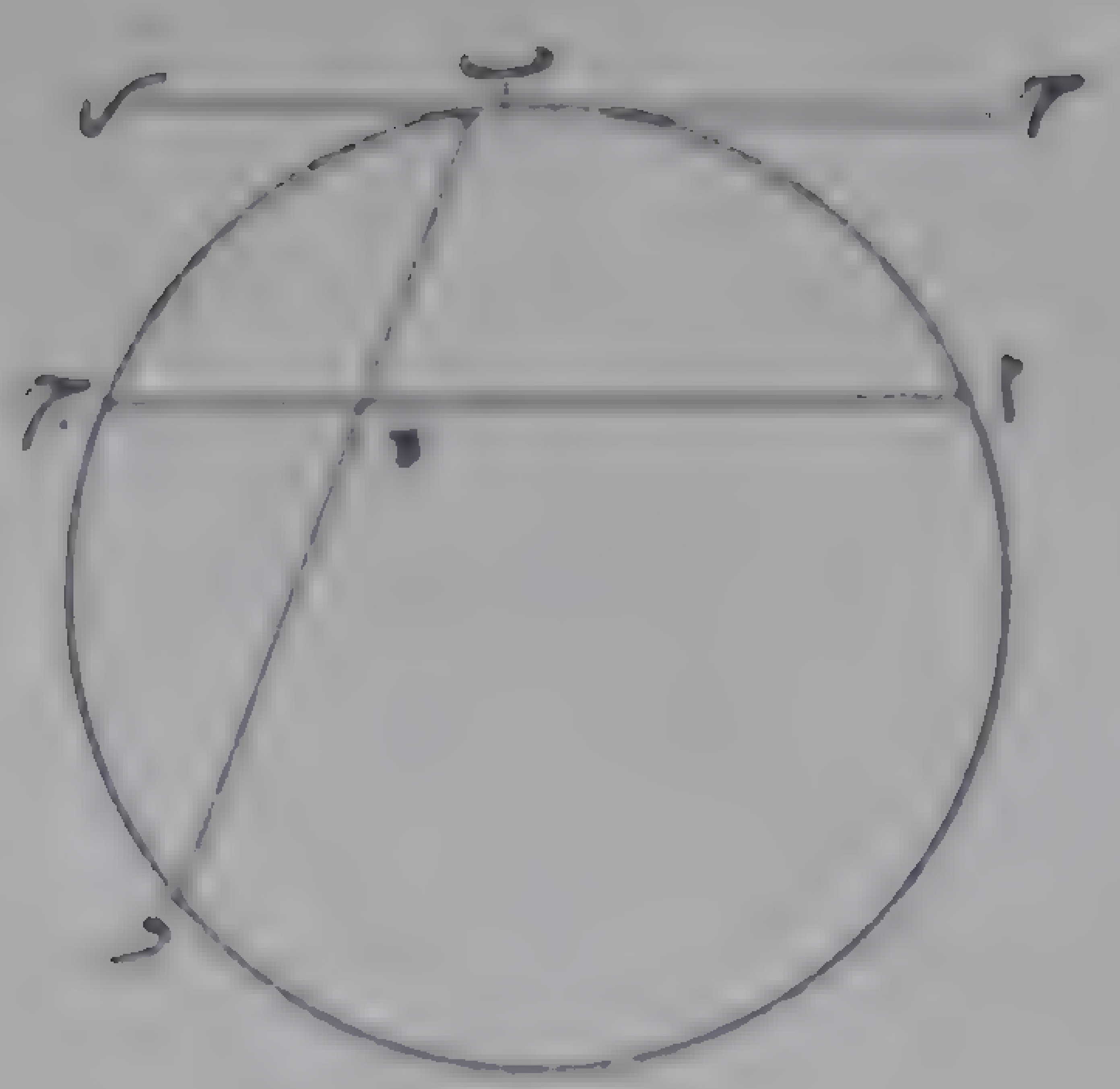
(اقول) وبوجه آخر لوجاز ان يكون لنقطة * ب * خيالان لجاز امتداد ضوءين لنقطة * ا * وانعطافهما فى الالطف الى نقطة * ب * ويستلزم امتداد صورة * ب * على خطين وانعطافهما فى الاغلظ الى * ا * بعينها وقد بان استحالته فقد ثبت الحكم *

(قال) وكل وترين يتقاطعان فى دائرة كوترى * اج ب د * على * ه * فان الزاوية التى عند تقاطعهما مساوية للزاوية التى عند محيط الدائرة التى توترها القوسان اللتان يفصلهما ذانك الوتران اذا جملتا قوسا واحدة اعنى ان زاوية * ا ه ب * مساوية للتى توترها عند المحيط قوس مساوية لقوسى ا ب * ج د * وكذلك زاوية * ا ه د * مساوية للتى توترها قوس مثل قوسى * ا د * ب ج * وذلك لانا نخرج من نقطة * ب * خطا موازيا * لا ج * وليكن ح ب ر * فان كان قاطعا للدائرة فتكون قوس * ز ح * مثل قوس * ا ب * فتكون قوس * ر ج ز * د ج ز * مثل قوسى * ا ب * ج د * وقوس * د ج ر * توتر زاوية * د ب ر * عند المحيط وهى مساوية لمبادلة * ا ه ب * ونصل * د ر * فزاوية * ح ب ه * مثل زاويتى ب د ر * ب ر د * اللتين توترهما قوسا * د ا ب * ب ر * فزاوية * ح ب ه * اى * ا ه د * مثل

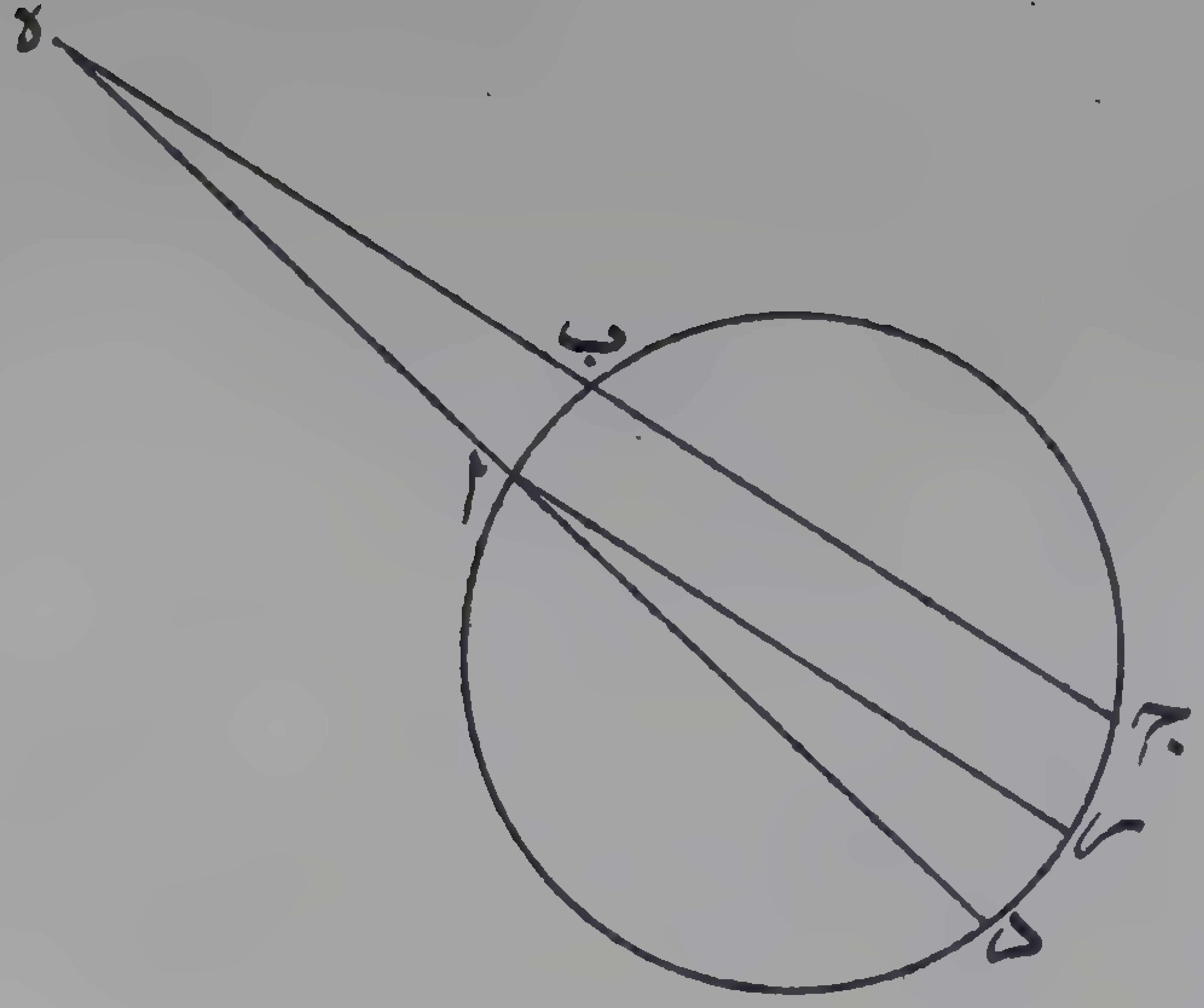
الشكل ١٤٦



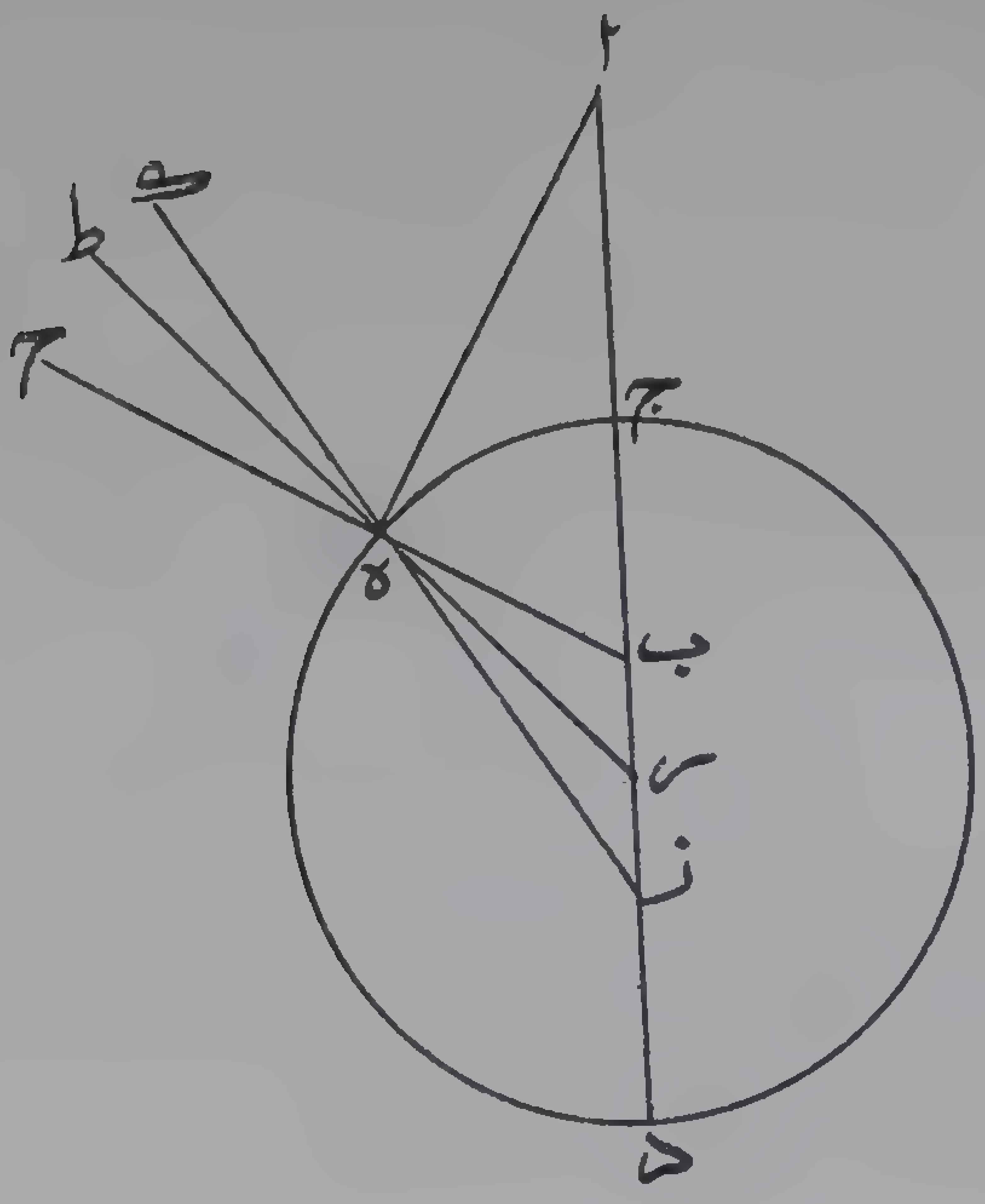
الشكل ١٢٠



الشكل ١٣٨



الشكل ١٤٩



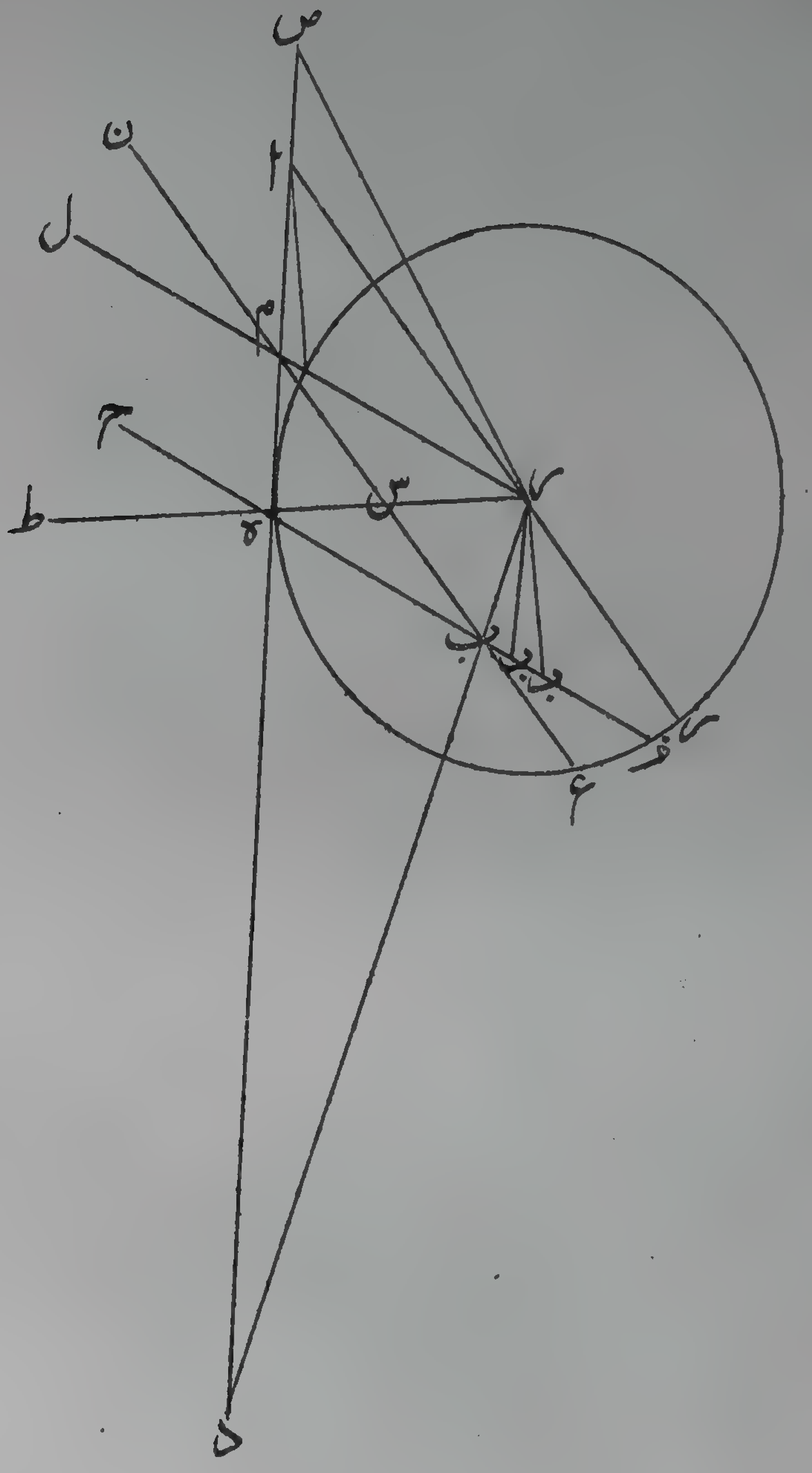
مثل التى توترهما قوس * د ا ب ر * المساوية لقوسى * د ا * ب ج * لان قوس
ب ا * مثل قوس * ر ج * وان كان * ح ب ر * مماسا للدائرة فزاوية * ه ب ر
تكون مثل التى تقع فى قطعة * ب ا د * وتوترها قوس * ب ج د * فقوس
ب ج د * توتر زاويته عند المحيط مثل * ب ه ا * وقوس * ب ج * مثل
ب ا * لان القطر الخارج من * ب * عمود على * ا ج * و منصف له فقوس
ب ج د * مثل قوسى * ب ا * ج د * فزاوية * ب ه ا * مثل التى توترها
عند المحيط قوسا * ا ب * ج د * وكذلك تبين فى زاوية * ب ه ج * وذلك
ما اردناه ﴿ الشكل - ١٤٧ ﴾

اقول وان كان * ح ب ر * يفرز من الدائرة قوسا مما يلى * ا * فنبين
اولا الحكم فى زاوية * ب ه ج * ثم * ا ه ب * ﴿ الشكل - ١٤٨ ﴾
قال كل خطين مثل * ه ب ج * ه ا د * يخرجان من نقطة مثل * ه * خارج
دائرة مثل * ا ب * ج د * الى الدائرة ويقطعانها ويفرزان من المحيط
بالضرورة قطعتين مختلفتين فيما بينهما كقوسى * ا ب * ج د * فان زاويتهما
اعنى زاوية * ه * مساوية لزاوية عند محيط الدائرة توترها قوس هى زاوية
عظمى القوسين المفروضتين على صغراهما فلنخرج من * ا * خط * ا ر *
موازيا * له ج * فتكون قوس * ا ب * مساوية لقوس * ر ج * فتكون
قوس * د ر * زيادة قوس * د ج * على قوس * ا ب * وزاوية * د ا ر
هى التى توترها الزيادة عند المحيط وهى مثل زاوية * ه * وذلك ما اردناه
﴿ الشكل - ١٤٩ ﴾ ليكن البصر نقطة * ا * ونقطة * ب * فى جسم
مماس للذى فيه * ا * وليكن المخالف اغلظ وسطحه كريا محدبه يلى البصر
وليكن فصل انعطاف نقطة * ب * دائرة * ج ه د * ومركزها * ر *

ونصل * ا ج * ر د * مستقيما فيكون عمودا على سطح الشف ونقطة * ب
اما ان تكون على ج د * اولا فان كانت على * ج د * فان بصر * ا * يدركها
على استقامة وفى موضعها وذلك بين و لا تنعطف صورتها الى بصر * ا *
لان * ب * اما ان تكون على المركز او خارجة عنه فان كانت على المركز فكل
خط تمتد عليه صورة * ب * الى السطح يكون عمودا على السطح وينفذ
فى جسم * ا * مستقيما ولا ينتهى شيء منها الى بصر * ا * الى خط * ر ا *
فيمتنع الانعطاف وان كانت خارجة عن المركز فهى اما على خط * ر ج *
او * ر د * فان كان الاول فلتنعطف صورتها من نقطة * ه * ونصل * ب ه
ونخرجه الى * ح * ونصل * ره * ونخرجه الى * ط * فيكون * ر ه ط
عمودا على سطح المخالف فصورة * ب * اذا امتدت على * ب ه * انعطفت
من نقطة * ه * الى ضد جهة * ه ط * فلا تصل * قط * الى * ا * وان كان
الثانى فلتنعطف من * ه * ايضا ونصل * ب ه * ونخرجه الى * ك * ونصل
ر ه * ونخرجه الى * ط * ونصل * ه ا * فصورة نقطة * ب * اذا امتدت
على * ب ه * انعطفت على * ه ا * ولان زاوية * ك ه ط * اعنى * ب ه ز
عطفية وزاوية * اه ك * انعطافها فالاولى اعظم من الثانية وزاوية * ا ه ك
الخارجة اعظم من * ر ب ه * الداخلة و * ه ر * اما اطول من * ر ب *
اومساوله ان لم يكن * ب * خارج الدائرة فزاوية * ب * التى هى اصغر
من الانعطافية من مثلث * ر ب ه * اعظم من زاوية * ه * العطفية
اومساوية لها فزاوية * ا ه ك * اعظم من زاوية * ب ه ر * وهو محال
فالانعطاف ممتنع وذلك ماردناه ﴿ الشكل - ١٥٠ ﴾ ولنعد
الصورة ولتكن * ب * خارجة عن * د ج * ولتنعطف صورة * ب * الى

بصر

الشكل ١٥٠



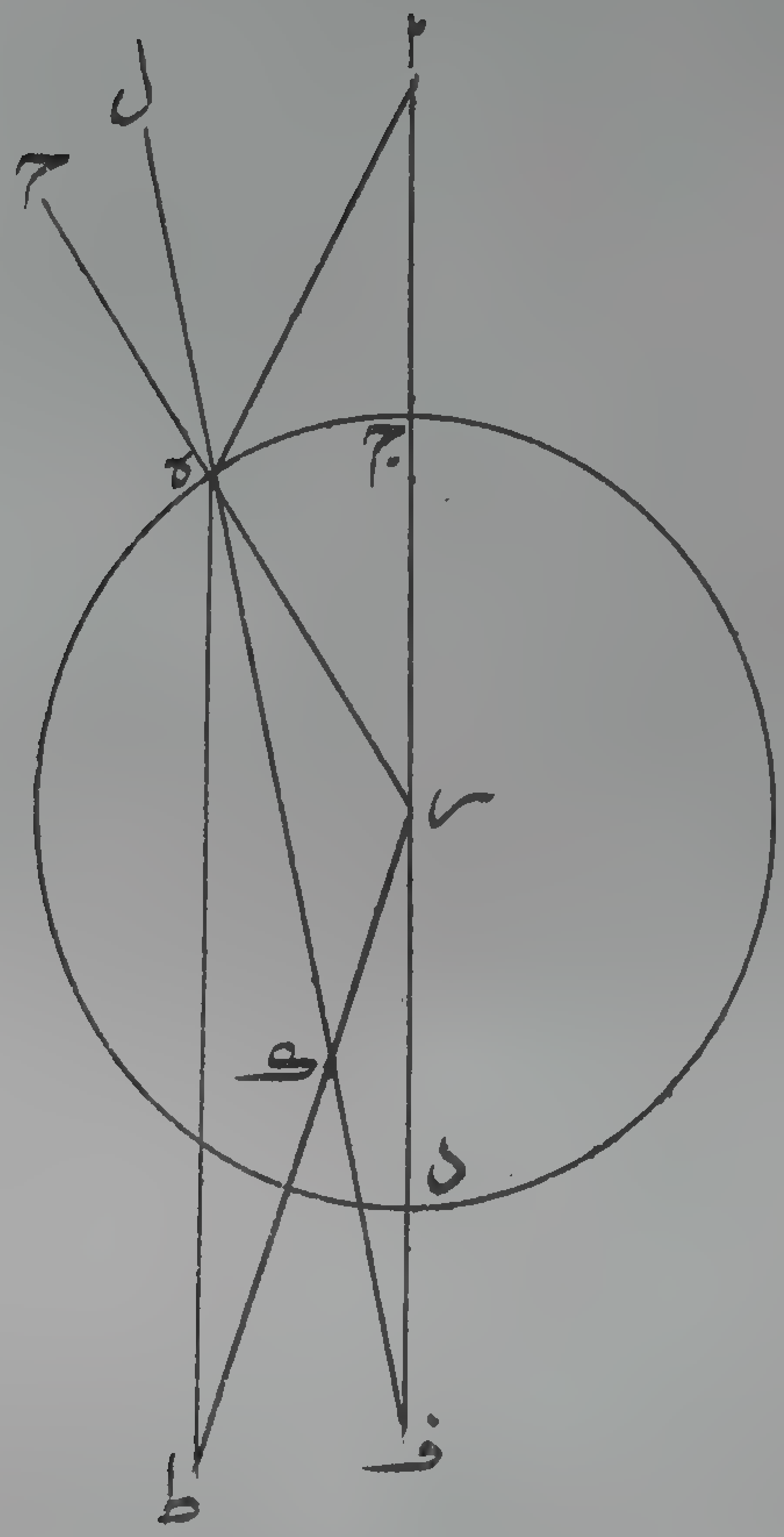
بصر * ا * من نقطة * ه *

(فاقول) انها لا تنعطف من غيره والا فلتنعطف من * م * ونصل خطوط ب ه * ه ا * ر م * م ا * ر ه * ر م * وليتقاطع خطا * ر ه * ب م * على * س * ونخرج * ب ه * الى * ح * و * ب م * الى * ن * و * ر ه * الى * ط * و * ر م * الى * ر * فزاوية * ح ه ط * اعنى * ب ه ر * عطفية وزاوية ح ه ا * انعطافيتها وكذلك * ن م ل * اعنى * ب م ر * عطفية وزاوية ن م ا * انعطافيتها * فح ه ط * اما ان تكون مساوية * لن م ل * او اصغر او اعظم فان ساوتها تساوت زاويتا * ح ه ا * ن م ا * فتبقى * ا ه ب * ا م ب * متساويتين لكونهما تمامى الاوليين من قائمتين هذا خلف * وان كانت زاوية * ح ه ط * اصغر * فح ه ا * اصغر من * ن م ا * فزاوية ا م ب * اصغر من * ا ه ب * هذا ايضاً خلف وان كانت زاوية * ح ه ط * اعظم فانا نخرج خطى * ه ب * م ب * الى محيط الدائرة وليلاقياه على ف ع * فزاوية * ه ب م * مساوية للتى يوترها عند المحيط قوسا * ه م * ع ف * معا - ولان زاوية * ر ه ب * اعظم من زاوية * ر ب م * فزاوية م ر ه * اعظم من * م ب ه * لتساوى زاويتى * س * من مثلثيها وتكون زيادة زاوية * ه * على زاوية * م * كزيادة زاوية * ر * على زاوية * ب * وزاوية * ر * ان كانت على المحيط كانت القوس الموترة لها ضعف * م ه * فضعف قوس * ه م * اعظم من قوسى * ه م * ف ع * معا التى يوترها عند المحيط زاوية مثل زاوية * ب * وزيادة ضعف * م ه * على القوسين معا هى زيادة * م ه * على * ف ع * فزيادة زاوية * ر * على زاوية * ب * هى التى توترها عند المحيط زيادة قوس * ه م * على قوس * ع ف * وزيادة

قوس * ه م * على قوس * ع ف * اصغر من قوسى * ه م * ع ف * معا فالزاوية الموترة لها عند المحيط تلك الزيادة اصغر من زاوية * ب * فزيادة زاوية * ز * على زاوية * ب * اصغر من زاوية * ب * فزيادة زاوية * ه * اعنى * ح ه ط * على زاوية * م * اعنى * ن م ل * اصغر من زاوية * ب * فزيادة زاوية * ح ه ا * على * ن م ا * اصغر بكثير من زاوية * ب * وزيادة * ح ه ا * على * ن م ا * هى زيادة زاوية * ا م ب * تمام الثانية من قائمتين على * ا ه ب * تمام الاولى منهما فزيادة زاوية * ا م ب * على زاوية * ا ه ب * اصغر من زاوية * ب * وهو محال لانها مساوية لزاويتى م ب ه * م ا ه * فلا يمكن ان تنعطف صورة * ب * الى بصر * ا * الا من نقطة واحدة فلا يكون لها الا خيال واحد * ﴿الشكل - ١٥١﴾

(اقول) العيان يخالف هذه الدعوى فان المعتبر اذا عمد الى كرة بلورنقى ورسم نقطة مقتدرة الحجم على جزازة من قرطاس ابيض بلون مشرق ثم يلصق القرطاس بالكرة ثم يقابل بالكرة ضوءا يصل الى النقطة ويتأملها حتى يدركها من وسط القطعة المقابلة فاذا ادركها حرك الكرة يمنة اويسرة اوعلوا اوسفلا برفق فيرى النقطة متحركة بحسب ذلك الى طرف القطعة فاذا قاربت الطرف ظهرت من نهاية الطرف صورة لتلك النقطة ثانية وبحسب تلك الحركة تتباعد عن الطرف الى الاول فيتقاربان الى ان يلتقيا ثم ينمحقا وكذلك لو فصل من الكرة قطعة صغيرة جدا بسطح مستو ثم الصقت الجزازة بقاعدة القطعة العظيمة ويجعل النقطة المرسومة قريبة جدا من طرف قاعدة القطعة فانه يجد الامر كذلك والابين فى الاعتبار ان ترسم النقطة على نفس الكرة والقاعدة وهذه المسئلة مبينة فى ذيل الكتاب والله الموفق

الشكل ١٥١



الموفق للصواب *

(قال) الا ان موضع الخيال يختلف بحسب اوضاع * ب * ولنصل * ب ر * فخط ب ر * اما ان يلتقى خط * ا ه * او يوازيه فان لقيه فاما ان يلقاه من دون نقطة * ا * مثل خط * ر ك * الذى يلقى * ا ه * على * ك * اومن وراء نقطة * ا * مثل * ب ر ص * الذى يلقى * ا ه * على * ص * اذا اخرج * ه ا * وان وازاه فمثل * ب ر * المتوسط بينهما فان كان الالتقاء على مثل نقطة * ك * كان الخيال قدام البصر والصورة بينة وان كان على مثل * ص * ادرك البصر صورة * ب * مقابلة له الا انه لا تكون فى غاية البيان بل تكون مشتبهة لان البصر يدركها فى غير موضعها وقد تبين هذا عند كلامنا فى الانعكاس وان كان خط * ر ب * موازيا لخط * ه ا * فان الخيال يكون خطا غير محدود ويدرك البصر الصورة بالانعطاف وعلة ذلك شبيهة بالعلة التى ذكرناها في الانعكاس اذا كان الانعكاس على خط مواز للعمود *

الحاصل

فقد تبين ان المبصر الذى يراه البصر من وراء مخالف كرى السطح محدبه يلى البصر فليس له الا خيال واحد ولا يرى الا واحدا فان كان المبصر من وراء جسم الطف مستدير السطح مقعره مما يلى البصر فالحكم كذلك وذلك لان البصر حينئذ يكون بمنزلة نقطة * ب * والمبصر بمنزلة نقطة * ا * وصورة * ا * التى ترد الى محيط * ج ه د * وتلقاه على * ه * وتنعطف منه على * ه ب * انما ترد على ممرى صورة * ب * الممتدة على * ب ه * المنعطفة على * ه ا * واذ قد ثبت ان انعطاف صورة * ب * لا يكون الا من

نقطة واحدة فكذلك صورة * ا *

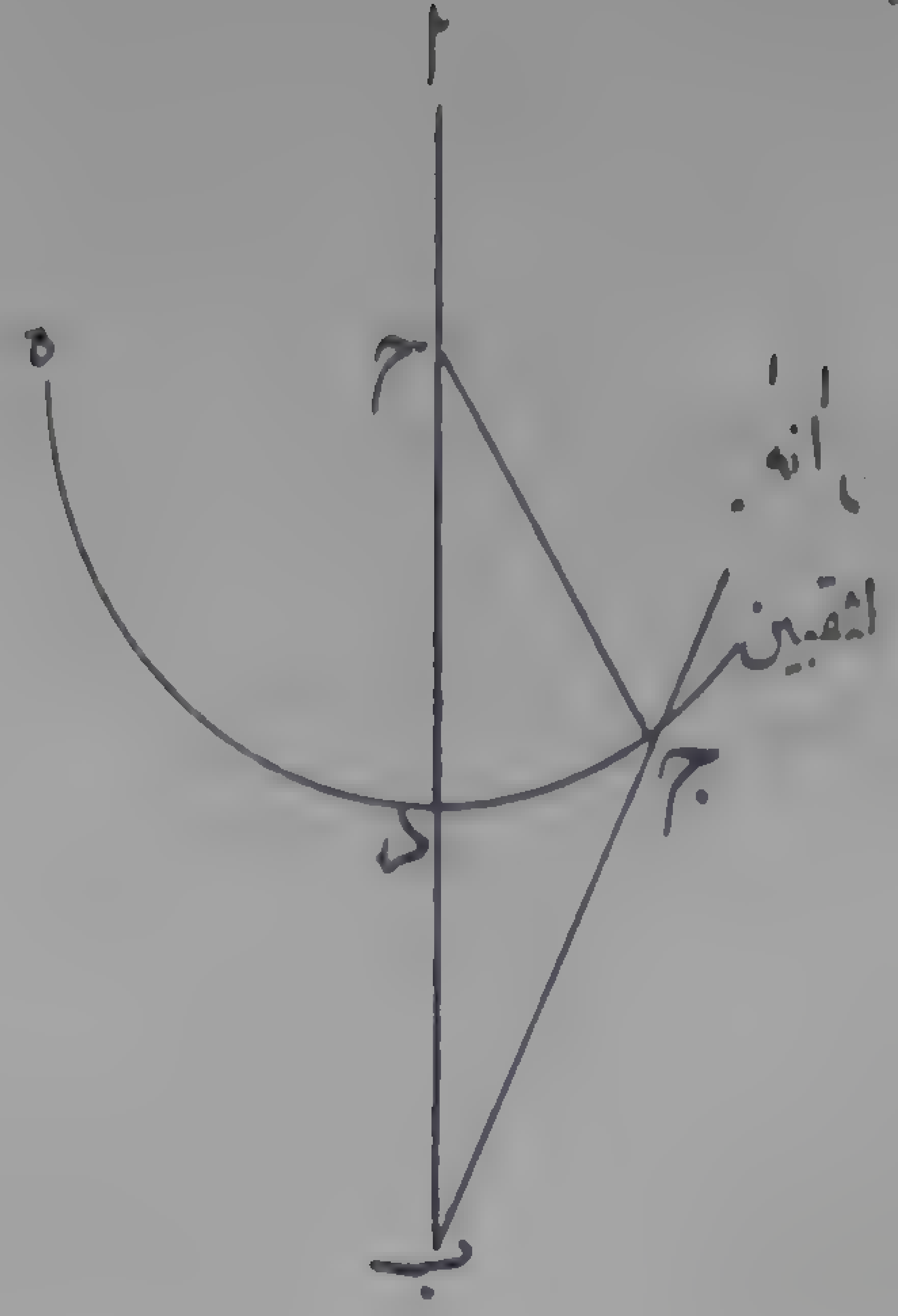
(اقول) والنظر فى هذا الحكم كما فى الحكم السابق لتفريعه عليه *

(قال) وان كانت صورة * ا * على العمود الخارج من نقطة * ب * رؤئت بالاستقامة غير منعطفة وذلك ما اردناه وايضاً فلنعد الشكل السابع ونفرض على محيط دائرة * ج ه د * نقطة * ه * مما يلى جهة * ج * ولتكن على القطعة المقابلة للبصر من الدائرة ونخرج منها * ه ط * موازيا * لا د * ونصل ر ه * ونخرجه الى * ح * ولتكن نسبة زاوية * ر ه ك * الى ضعف زاوية ك ه ط * اعظم نسبة تكون لمعطفية الى انعطافيتها وذلك ان الزوايا الانعطافية تختلف ويكون تصغرها بالقياس الى الحس غاية اذا جاوزتها لم يدرك الحس مقدار الانعطاف اعنى انه يدرك مركز الضوء النافذ عند اعتباره بالآلة كأنه على استقامة خط الثقبين ونجعل زاوية * د ر ط * مثل * ك ه ط * فلان زاوية * ط * مبادلة لزاوية * د ر ط * فزاوية * ر ك ه * ضعف * ك ه ط * فنسبة زاوية * ر ه ك * الى * ر ك ه * اعظم نسبة تكون لمعطفية الى انعطافيتها و * ه ك * يلقى * ا د * فليلقه على * ب * ونخرج من * ه * خطا موازيا * لط ر * فليلق * د ج * خارج الدائرة مما يلى * ج * وليكن على * ا * ونخرج * ب ه * الى * ل * فزاوية * ل ه ا * مثل * ر ك ه * وزاوية * ل ه ح * مثل * ر ه ك * فزاوية * ل ه ا * هى الانعطافية لمعطفية * ل ه ح *

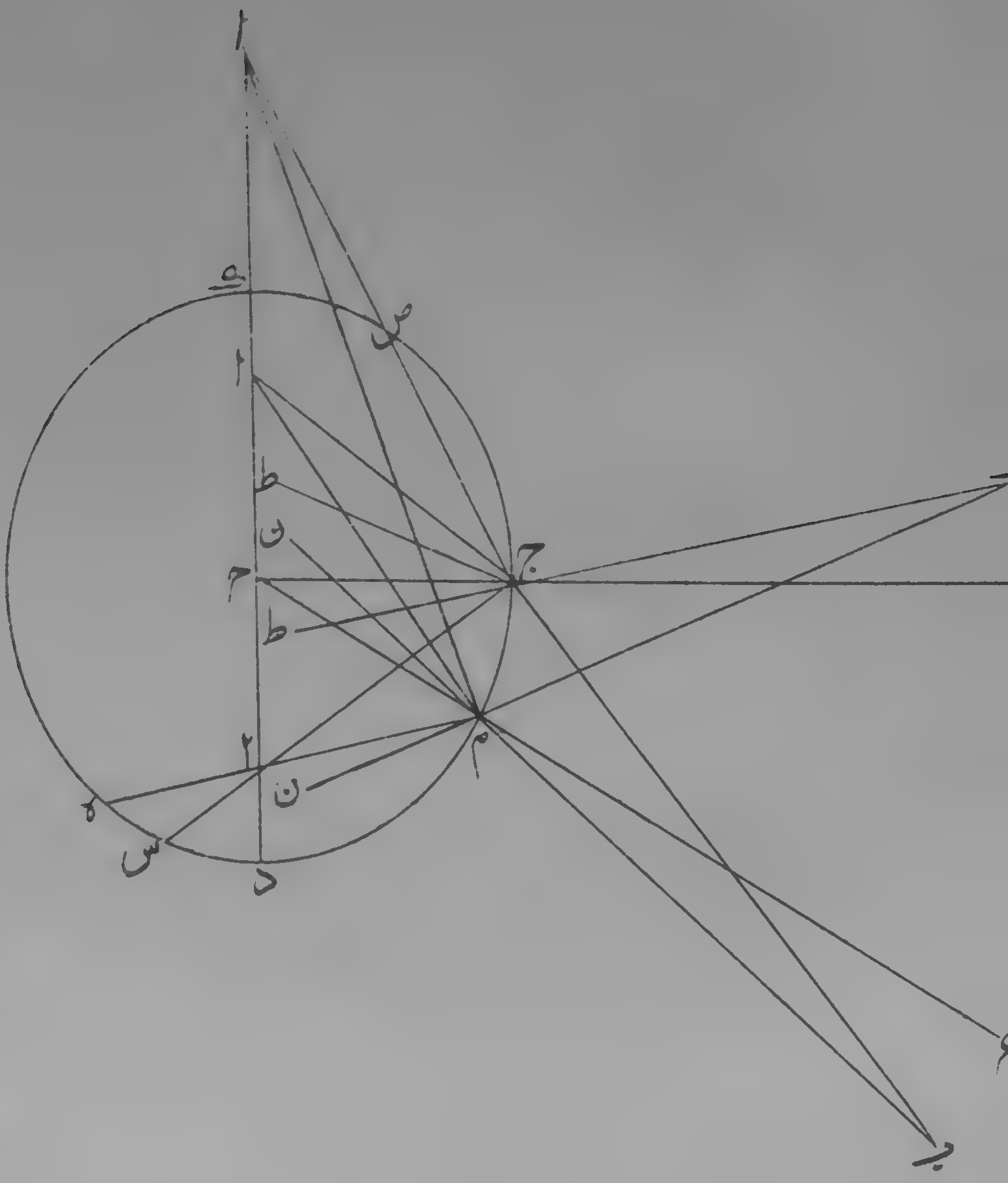
(اقول) يعنى ان انعطافية * ل ه ح * لاتكون اقل من * ل ه ا *

(قال) فاذا كانت نقطة * ب * فى مبصر والجسم المخالف متصلا ماسًا من نقطة * ه * الى * ب * غير منفصل عند محيط الدائرة فان صورة * ب *

الشكل ١٥٢



الشكل ١٥٣



تمتد على * ب ه * و تنعطف على * ه ا * الى البصر وتكون زاوية * ا ه ح *
ونظائرها تنقسم بنسب كثيرة من النسب التى بين العطفيات و انعطافياتها
فتكون على خط * د ب * نقط كثيرة تمتد صورها الى قوس * ج ه *
و تنعطف الى * ا * ﴿ الشكل - ١٥٢ ﴾

(اقول) وتفصيل ذلك يتبين عند البحث عن الكرة المحرفة فى ذيل الكتاب
(قال) فالمبصر الذى يكون فى موضع * ب * على الشروط المذكورة يمكن
ان يدركه البصر بالانعطاف مع ادراكه على الاستقامة وخياله من حيث
ادراكه بالانعطاف يكون مركز البصر ثم اذا اثبتنا خط * ا ب * وادرنا
شكل * ا ه ب * رسمت نقطة * ه * دائرة فى السطح المستدير المحدب
و انعطفت صورة * ب * الى * ا * من جميع محيط الدائرة المرسومة
والخيال عن جميع دائرة الانعطاف يكون نقطة واحدة هى مركز البصر
الا ان البصر يدرك المبصر عند موضع الانعطاف للعلة المذكورة فى الانعكاس
اذا كان الانعكاس عن محيط دائرة فى كرة و كان الخيال مركز البصر فالبصر
يدرك صورة هذا المبصر مستديرة عند دائرة الانعطاف و يدركها على
الاستقامة ايضاً وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٥٣ ﴾ وليكن
سطح المخالف كريا وتقعيره يلى بصر * ا * ولتكن * ب * نقطة مضيئة فيه
وجسمها اغلظ وفصل انعطافها قوس * ج د ه * والمركز * ح * ونصل * ا
ح د * ونخرجه فى جسم * ب * فنقطة * ب * ان كانت على هذا الخط
فيدرك بالاستقامة ولا يدركها بالانعطاف البتة و الافليدركها بالانعطاف
من نقطة * ج * ونصل * ب ج * ونخرجه الى * ط * ونصل * ج ح *
فلان جسم * ا * الطف فخط * ب ج * ينعطف الى خلاف جهة العمود

فلا يصل الى * ا * فلا يمكن ان يدركها البصر بالانعطاف ثم ان لم تكن * ب *
على الخط المذكور فنتمم دائرة * ج د ه * وليقطع محيطها خط * ا د * على
ك * فى مقابلة * د * فبصر * ا * اما ان لا يكون خارج الدائرة وحينئذ اما
ان يكون عند * ح * او على احد خطى * ح د * ح ك * واما ان يكون
خارجا فان كان على * ح * فلا يدرك * ب * الا بالاستقامة لان الخطوط
الخارجة من * ح * الى المحيط اعمدة و * ح * لا يمكن انعطافها من نقطة
والالزم المحال المذكور غير مرة وان كان البصر على خط * ح د * فلا يراها
بالاستقامة بل بالانعطاف وليكن من نقطة * ج * فلا يمكن الانعطاف من
غير * ج * والا فليكن من * م * فنصل * ب ج * ب م * ونخرجهما الى
ط ن * ونصل * ح ج * ح م * ونخرجهما الى * ل ع * ونصل * ج ا * م ا *
ونخرجهما الى ان يلقيا المحيط على * س ه * فلان جسم * ا * الطف يكون
انعطاف * ب * فيه الى خلاف جهة العمود فيكون خط * ج ط * بين
خطى * ج ح * ج ا * وكذلك * م ن * بين * م ح * م ا * فزاوية * ب ج
ا * تكون مما يلى نقطة * د * ونقطة * ب * من وراء * ح ج ل * اعنى من
جهة نقطة * ك * وزاويتا * ط ج ح * ن م ح * هما عطفيتان وزاويتا * ط
ج ا * ن م ا * انعطافيتا هما فزاوية * ن م ح * اما ان تساوى * ط ج
ح * او تكون اعظم او اصغر فان ساوتها كانت زاوية * ا م ن * مثل
اج ط * فتكون زاوية * ب م ا * مثل * ب ج ا * هذا خلف وان كانت
اعظم فزاوية * ا م ن * اعظم من * اج ط * فزاوية * ب م ا * اصغر
من زاوية * ب ج ا * هذا خلف وان كانت اصغر * فا م ن * ايضاً اصغر
من * اج ط * وجميع * ا م ح * اصغر من جميع * اج ح * ونقصان * ا م ن *

عن

عن اج ط * اقل من نقصان * ام ح * عن * اج ح * الذى هو نقصان
ج ح م * عن * ج ام * لان الزاويتين اللتين عند تقاطع خطى * ج ا * م ح *
متساويتان فنقصان * ام ن * عن * اج ط * اصغر من نقصان * ج ح م *
عن * ج ام * لكن زاوية * ج ام * تساوى التى توترها عند المحيط قوسا
ج م * س ه * معا وزاوية * ج ح م * تساوى التى توترها عند المحيط ضعف
قوس * ج م * فضعف قوس * ج م * اصغر من قوسى * ج م * س
ه * ويكون النقصان بقدر نقصان * ج م * عن * س ه * فنقصان * ج ح
م * عن * ج ام * هو بقدر الزاوية التى توترها عند المحيط نقصان قوس
ج م * عن * س ه * فنقصان * ام ن * عن * اج ط * اصغر منها (١) وهى
اصغر من زاوية * ج ام * ونقصان * ام ن * عن * اج ط * هو نقصان * ب
ج ا * عن * ب م ا * فنقصان * ب ج ا * عن * ب م ا * اصغر من زاوية
ج ام * وهو مثل زاويتى * ج ام * ج ب م * هذا خلف فلا يمكن انعطاف
ب * الى * ا * من نقطة غير * ج * وان كان بصر * ا * على خط * ج ك *
فالبيان كما ذكرنا بعينه وان كان خارجا عن خط * ك د * فليكن فى جهة * ك *
والجسم الذى فيه * ا * متصلا الى التقعير فاما بعد اخراج خطوط * ب
ج * ط ب * م ن * ح م * ع ح * ج ل * نصل خطى * اج * ام *
فهما يقطعان المحيط مما يلى * ا * فليقطعاه على * ص ق * فان كانت عطفية
ط ج ح * تساوى عطفية * ن م ح * فان زاوية * ب ح ا * تساوى * ب
م ا * بمثل ما مر وهو محال وان كانت اعظم فتكون * ب ج ا * اصغر من
ب م ا * وذلك ايضاً محال وان كانت اصغر فانعطافية * ط ج ا * ايضاً
اصغر من * ن م ا * وجميع * ح ج ا * اصغر من جميع * ح ام * فتكون

---

(١) ن - منهما *

ج ح م * اصغر من * ج ا م * وزاوية * ج ح م * توترها عند المحيط قوس هى ضعف * ج م * و * ج ا م * توترها عند المحيط زيادة قوس ج م * على * ص ق * فضعف قوس * ج م * اصغر من زيادة قوس * ج م * على قوس * س ق * هذا محال فليس تنعطف صورة * ب * الى البصر * ا * الا من نقطة واحدة فلا يكون لها الا خيال واحد ويكون اما قدام البصر واما من وراء * د * واما فى موضع الانعطاف كما تبين فيما تقدم

﴿ الشكل ـ ١٥٤ ﴾ وان كان جسم * ا * اغلظ كما اذا كان البصر ب * والنقطة المبصرة * ا * فلا يكون * لا * الا خيال واحد كما بينا فى الشكل الثامن وجميع ما بيناه فى الانعطافات عن محيط الدائرة عن محدبها وعن مقعرها يلزم فى السطوح الكرية والاسطوانية ما خلا الانعطاف المستدير عن محيط الدائرة فانه لا يكون فى غير الكرية *

(اقول) وفى حكم الكرية المجسمات الحادثة من ادارة القطوع على سهامها *

قال تنبيه

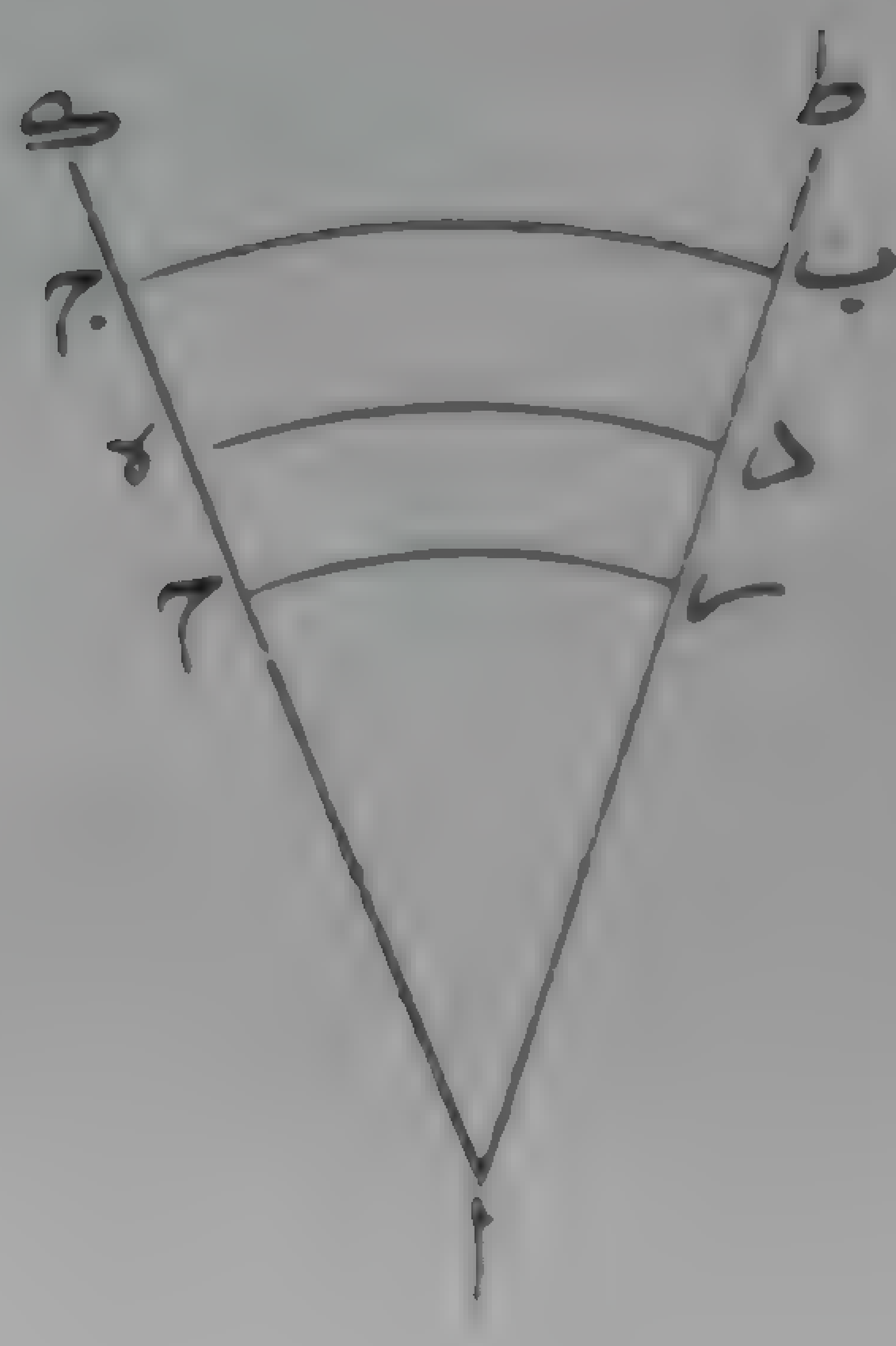
هذا اذا كان جسم المشف متشابه الجوهر فاما اذا كان جوهره مختلفا فان الخيالات قد تختلف بحسب الموضع وقد تتعدد وكذلك ان لم يكن سطح المخالف واحدا كما ذكرنا يعنى مستويا او مستديرا كريا *

تنبيه

وربما نظر ناظر الى كرة مشفة صغيرة او اسطوانية مشفة صغيرة من البلور واشباهه وكان وراءها مبصر فى الهواء مثلا و يجد خياله على صفة مخالفة لما ذكرنا وربما تعدد وذلك انما يكون بسبب انعطافين انعطاف من الهواء فى سطح الكرة الذى يلى البصر الى سطحها الآخر وانعطاف آخر من

ذلك

الشكل ع ١٥٣



ذلك السطح الى البصر فى الهواء وسنشير الى طرف من ذلك عند الكلام فى اغلاط البصر بسبب الانعطاف *

الفصل السادس

فى كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعطاف اثنا عشر مقصدا *

مقدمة

قد تبين ان الصور كيف تمتد فى الاجسام المشفة الى سطوح اجسام مخالفة وكيف تنعطف عنها فيها وان السمتين اللذين عليهما تمتد وينعطف ضوء نقطة الى نقطة اخرى هما اللذان عليهما تمتد وينعطف ضوء الاخرى الى الاولى وتبين بالاستقراء ان كل جسم مخالف للهواء اذا نظر اليه الناظر فانه يدرك كل ماوراءه من المبصرات المقابلة للبصر *

(اقول) فيه نظر وذلك ان المقابلة مفسرة فى الكتاب بان لا يقطع السمت المستقيم المتوهم بين البصر والمبصر كثيف واذ ذاك فالحكم العام منتقض بالكرة المشفة اذا قوبل بها البصر فان جميع ماوراءها لا يدركها البصر بل بعضها كما بين فى ذيل الكتاب مع ان الحائل غير كثيف *

(قال) وكذلك اذا نظر ببصر واحد او جعل البصر على مشف اغلظ من الهواء كالماء والزجاج فانه يرى جميع ماوراء ذلك الجسم مما فى الهواء *

(اقول) وفيه النظر السابق بل كلما قوبل البصر بجسم مشف اغلظ من الهواء محدود النهايات عند الحس على اى شكل كان فلا بد وان يحتجب به بعض مما فيه وبعض مما وراءه فى الهواء عن البصر يتبين ذلك فى الخاتمة ان شاء الله تعالى *

(قال) وان حرك الناظر بصره يمنة ويسرة بل فى كل جهة ولم يبعده عن

موضعه الاول كثيراً فانه يدرك كل ما كان يدركه فى الاول او اكثره ولان البصر لا يدرك بالاستقامة من وراء المخالف سوى نقطة واحدة فتمام الصورة انما يدركها من الضوء الممتد من البصر الى سطح المشف المنعطف الى البصر و اذا ادرك البصر صور المبصرات التى فى المخالف فى موضع من الهواء فان فرض مكان البصر نقطة مضيئة خرج عنها مخروط ضوء الى السطح وانعطف على الجسم الاول الى المبصرات فى وقت واحد وحالة واحدة وكذلك حال كل نقطة قريبة من البصر و ليس وقت من الاوقات اخص بهذه الحال من غيره بل هذه خاصة طبيعية للضوء واللون اللذين فى المبصرات واذا كان كذلك فكل نقطة من المبصر فان صورتها تمتد الى كل نقطة فى الهواء مستقيمة او منعطفة فصورة جميع المبصر منعطفة الى كل نقطة في الهواء ولذلك يرى جماعة متفرقة فى بلاد شتى كوكبا بعينه من السماء فى وقت بعينه وهذه الحال موجودة فى الجسم الواحد ايضاً اعنى ان صورة المبصر الذى فيه ممتدة الى كل نقطة فيه ❊

الفصل الاول

(ا) فيلزم ان تكون كل نقطة فى الهواء يمتد منها الى سطح كل جسم مشف فيه مبصر من المبصرات مضيء مخروط منعطف رأسه النقطة التى فى الهواء وقاعدته ذلك المبصر وانعطافه عند سطح المشف ❊

(اقول) قوله مخروط منعطف انما هو تساهل منه والقول المستقصى فيه ما مر من انه مجسم مركب من مخروطين فالمستقيم منهما تام والمنعطف اما تام او ناقص كما يحقق فى ذيل الكتاب ان شاء الله تعالى ❊

(قال) فهذا كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعطاف ❊

الفصل الثانى

(ب) قدمر فى فصل الخيال ان مايدركه البصر بالانعطاف يدركه فى

موضع الخيال وهو الفصل المشترك المذكور فاذا توهمنا ان كل نقطة من المبصر خرج منه عمود على السطح فيحدث منها جسم خارج من المبصر الى سطح المشف *

اقول هذا اذا لم يكن سطح المبصر مستويا وقائما على سطح المخالف فان جميع الاعمدة حينئذ يكون فى ذلك السطح *

قال وكل خط من خطوط هذا الجسم يلاقى خطا من خطوط مخروط شعاع البصر فاذا اخرج المخروط الممتد من مركز البصر على استقامته قطع الجسم وحدث بينهما فصل مشترك هو سطح فيه جميع خيالات نقاط صورة المبصر وذلك السطح هو خيال المبصر *

اقول اما صاحب الكتاب رحمه الله فانه ذكر هذا المعنى بهذه العبارة فيلزم ان يكون هذا الجسم قاطعا للمخروط المنعطف ثم اقول نقطة المخروط المنعطف ليست على ما ينبغى اذا لمنعطف هو الذى يمتد الى الصورة فهو لا يلاقى الجسم اعنى الاعمدة المجتمعة الا عند الصورة فلا يكون الفصل على هذا خيالا *

قال (ج) فان كان سطح الجسم الذى فيه المبصر مستويا فان الجسم المتوهم يكون متساوى الغلظ ويكون الخيال اعظم من المبصر بمقدار يسير *

اقول وفى الحكم نظر سنذكره فى الفصل السابع *

قال (د) وان كان كريا محدبه يلى البصر والمبصر من دون مركزه فان الجسم المتوهم يكون مخروطا رأسه مركز الكرة واتساعه الى جانب السطح مما يلى البصر *

(ه) فان كان التقاطع بين البصر وبين السطح الكرى كان الخيال اوسع

من المبصر نفسه *

(و) وان كان التقاطع من وراء المبصر كان الخيال اضيق من المبصر *

اقول هذان الحكمان ليسا على اطلاقهما كما يتبين من مباحث الخاتمة *

قال (ز) وان كان المبصر من وراء مركز السطح الكرى فان الجسم المتوهم يكون مخروطين متقابلين رأسهما مركز الكرة وتكون مواضع التقاطع بين الجسم المتوهم وبين المخروط المنعطف مختلفة فربما كان موضع التقاطع الذى فيه الخيال اعظم من المبصر وربما كان اصغر وربما كان مساويا له *

(ح) وان كان السطح كريا مقعره يلى البصر فان الجسم المتوهم يكون مخروطا رأسه مركز الكرة فيكون كلما قارب السطح الكرى ضاق واجتمع وكلما كان موضع التقاطع اقرب الى مركز الكرة من المبصر كان الخيال اصغر وكلما كان ابعد كان الخيال اعظم *

اقول وفيه ايضاً نظر يتبين فى الخاتمة *

قال (ط) و اذا ادرك المبصر الواحد عدة من الابصار فى وقت واحد فان خيالات تلك الابصار كلها تكون على الجسم المتوهم القائم على المشف *

(ى) والمبصر الواحد قد يدركه الانسان فى وقت واحد بالبصرين معا بالانعطاف واحدا *

اقول بل كثير اما يدركه *

(قال) وذلك لانا قد بينا فى المقالة الثالثة ان كل مبصر يدرك على استقامة بالبصرين معا اذا اجتمع على كل نقطة منه شعاعان من البصرين متشابها الوضع بالقياس الى سهمى البصرين فانه يدرك واحدا فان لم يكن تشابه ذلك الوضع فبحسب كل شعاع يتعدد واكثر ما يدرك منها يكون وضعها

من

الفصل السادس

الفصل السابع

الفصل الثامن

الفصل التاسع

الفصل العاشر

من البصرين متشابها والمدرك بالانعطاف انما يدرك فى موضع الخيال والخيال يدرك بالاستقامة فاطرد هذا الحكم واذا كان وضع خيال البصر بالقياس الى البصرين وضعا مختلفا اختلافا يسيرا فانه ايضا يرى واحدا لكن الصورة التي يدركها البصر من الخيال تكون مخالفة لصورة المبصر ومنشعبة لا محققة واذا كان الاختلاف كثيرا فانه يرى الصورة اثنتين الا ان ذلك يكون نادرا هذا هو كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعطاف *

(يا) واذ تبين ذلك فانا نقول قولا كليا ان البصر انما يدرك جميع المبصرات بالانعطاف سواء كانا يعنى البصر والمبصر فى جسم واحد مشف اوفى جسمين مشفين وسواء كان الادراك بالاستقامة اوبالانعكاس *

(اقول) يريد ان البصر يدرك جميع الاشياء بالانعطاف بلا منع لان يرى بعضها بالاستقامة *

(قال) وهذا الانعطاف هو عند سطح البصر يعنى الجزء المقابل لثقب العنبية من سطح القرنية وذلك ان طبقات البصر التى هى القرنية و البيضية هى ايضاً مشفة واغلظ من الهواء فلان صور المبصرات التى فى الهواء ممتدة فى انحائها وهي مماسة لسطح البصر فلا بد ان تنتهى اليه ثم تنعطف عنه فى طبقات البصر فان امتدت على الاعمدة القائمة على سطح البصر نفذت على استقامتها والا انعطفت على الانحاء المشروحة والنافذة على الاستقامة ايضاً تنعطف من نقاط اخر وذلك ان جميع خطوط الشعاع التى هى اعمدة على سطوح طبقات البصر يشتمل عليها مخروط رأسه مركز البصر و قاعدته محيط ثقب العنبية وهذا المخروط هو المسمى مخروط الشعاع اذا امتد وتباعد عن البصر اتسع فكل مبصر كان داخل المخروط فان صورته تمتد على استقامة

خطوط الشعاع وتنفذ فى الطبقات بالاستقامة وكل مبصر كان خارج المخروط فلا يمكن امتداد صورته الى سطح البصر على العمود فلا يرى الا بالانعطاف اما كيفية رؤيته بالانعطاف فهى ان صور المبصرات المقابلة للسطح المذكور تمتد على استقامة الى سطح البصر البتة فاذا انتهت اليه انعطفت فيه ضرورة ولان كل نقطة فى مخروط الشعاع فان صورتها تمتد فى مخروط رأسه هي وقاعدته سطح البصر والخطوط التى التأم عنها المخروط جميعها مائلة على السطح سوى خط واحد فصورة النقطة الممتدة عليه تنفذ مستقيمة والاخرى تنفذ منعطفة فثبت ان جميع الصور المقابلة تنفذ منعطفة وبعضها تنفذ مستقيمة وكذلك حكم صور المبصرات التى هى فى جسم مشف غير الذى فيه البصر كالماء والسماء والتى من وراء سائر الاجسام المخالفة والتى تنعكس عن الاجسام الصقيلة وتنتهى الى سطح البصر وقد بقى لنا بيان ان الصور المنعطفة فى البصر تحس بها القوة الحساسة *

الفصل الثانى عشر

(يب) قد بينا فى المقالة الاولى ان الحاس لو كان يحس من كل نقطة من سطحه بكل صورة يرداليها لكان يحس بصور المبصرات ممتزجة غير متميزة وبينا انه ليس يحس بها الا من سموت الاعمدة القائمة على سطحه فقط واذا كان كذلك تميزت له المبصرات غير ممتزجة وبينا فى هذه المقالة ان الصور المنعطفة لا يدركها البصر الا على الاعمدة الخارجة من المبصرات على سطوح الاجسام اعنى على مواضع الخيالات والاشعة الخارجة الى موضع الخيالات هى الاعمدة الخارجة من مركز البصر على سطوح طبقاته فتبين ان الصور المنعطفة ايضاً من سطح البصر انما تدرك على سموت الاعمدة القائمة على سطح البصر فتكون ايضاً متميزة *

(اقول)

(اقول) فان قيل فاذا ادرك البصر نقطة * ا * فى الهواء بالاستقامة وادرك نقطة * ب * بانعطاف وكان خيالها فى موضع * ا * فقد حصلت الصورتان فى موضع واحد من سطح البصر فيلزم الامتزاج وعدم التمييز *
قلنا هذا الفرض محال لان الخيالات يكون جميعها مركز البصر فلاتكون عند * ا *

(قال) واذ ذاك فالصور التى ليست فى مخروط الشعاع انما يدركها البصر بالانعطاف و الاشعة التى تنعطف من البصر الى تلك المبصرات يجوز ان تسمى خطوط الشعاع على طريق الاستعارة لانها شبيهة بخطوط الشعاع من حيث خروجها عن البصر *

اعتبار

وقد بقى ان نبين ان البصر يدرك المبصرات الخارجة عن مخروط الشعاع انعطافا بالقياس والاعتبار وذلك ان مؤخر العين ومؤقها وما يحيط بها من محاجرها خارجة عن المخروط بلاشبهة فاذا اعتمد الناظر ميلا دقيقا فجعل طرفه عند مؤخر عينه فيما بين جفنه و سكن بصره فانه يرى طرف الميل وكذا ان داخله فيها والصق طرفه بجانب سوادها اوقريبا منه وكذا اذا الصق سبابته بجفنه الاسفل و يعتمد ان يكون سطح الاعلى موازيا لسطح البصر عند الحس فانه يرى سطح سبابته وهذه المواضع كلها خارجة عن المخروط بلاتردد لان مخروط الشعاع الذى على اعاليه دائرة ثقب العنبية لايتسع الى محاجر العين وان تحركت فى جميع نواحيها ولاشك ان صورة الميل والاصبع تمتد الى سطح البصر فى الهواء على الاستقامة وتلك الخطوط خارجة عن المخروط فهى لاتنفذ فى الطبقات اعمدة على سطح البصر وهى

مرئية فتنفذ منعطفة هذا بالقياس *

اعتبار آخر

ويمكننا ان نبين بالاستقراء ان البصر يدرك المبصرات التى فى داخل مخروط الشعاع بالانعطاف مع ادراكه لها على استقامته وذلك بان يعتمد الناظر ابرة او خلالة دقيقة ويقابل حائطا ابيض نقى البياض ويستر احدى عينيه ويجعل الابرة مقابلة للعين الاخرى ويقرب الابرة الى بصره جدا ويجعلها مقابلة لوسط بصره وينظر الى الحائط الابيض فانه يرى الابرة كأنها جسم مشف فيه بعض الكثافة ويرى كل ما وراءها ويجد عرض الابرة اضعافه لقربها من البصر واذا جعل على الموضع من الحائط نقوشاً مختلفة ثم يعتبر كما ذكرنا فانه يرى تلك النقوش بتمامها غير مستترة اصلا بشرط ان لا يبعد عن النقوش بعدا متفاوتا وليس ذلك من خواص الكثيف بل ذلك خاصة المشف وكان من حقها ان تستر اضعاف عرضها من الحائط لكثافتها ولان الابرة دقيق عرضها اقل من عرض سطح البصر والصورة التى على الحائط الممتدة على استقامة الى البصر مقطوعة بالابرة غير ممكن ان تصل مستقيمة الى البصر وهى مرئية فلا شك انها منعطفة فى الجزء الذى لم تستره الابرة من سطح البصر ويحقق هذا المعنى ان الابرة لو كانت غليظة ساترة لجميع سطح البصر فلا يرى شيئا من الحائط البتة واذا رفع الناظر الابرة فلا يبطل ذلك الانعطاف الذى كان قبل لانه ما كان بسبب الابرة بل يزيد فى الانعطاف ما ينعطف من المواضع التى كانت مستترة بالابرة ويحققه ان الناظر يرى الموضع بعد رفع الابرة ادرا كا ابين فاما الشفيف الذى يدركه فهو غلط وذلك لان الناظر قد علم ان الجسم المشف لا يستر ماوراءه

فظن

فظن ان كل مالا يستر ماوراءه يكون مشفا *

حاصل الفصل

فقد تبين ان جميع ما يراه البصر بالاستقامة والانعكاس والانعطاف فانما يراه بالانعطاف عند سطح البصر فمنها ما يدركه باستقامة وانعطاف ايضا عنده ومنها ما يدركه بانعطاف عنده فقط ولهذا صار مايقابل وسط البصر ابين مما هو محيط به وذلك لان ما يدركه هناك يدركه بالاستقامة والانعطاف معا وما يحيط به يدركه بالانعطاف فقط *

(اقول) فان قيل اذا كان الجزء من سطح الجليدية مشغولا بصورة الخلالة الواردة على الاستقامة فصورة ماتحجبه الخلالة اما ان ينعطف الى مكان صورة الخلالة او الى غيره فان كان الى مكانها كان واجبا ان لا يحس بها لشغل الصورة القوية الحاس وان كان الى مكان آخر فكان واجبا ان لا يرى المتحجب على سمت الخلالة *

(قلنا) الانعطاف انما هو الى ذلك المكان او الى مكان قريب منه بحيث لا يقدر الحس على التمييز بينهما كما تقتضيه اصول الانعطاف والشغل حاصل لكنه ليس بالكلية ولذلك يدرك الامتزاج فان قيل لم كانت الخلالة اذا كانت على بعد من البصر تحجب ماوراءها بالكلية وهى اذ ذاك اصغر عند الحس منها اذا كانت على قرب متفاوت واضعف تأثيرا فى البصر لضعف صورتها ولم يكون هذا الادراك عندما تكون على قرب من البصر خارج عن الاعتدال *

(فنقول) والله الملهم للصواب لما كان الاحساس بالصورة من اجل تأثيرها فى البصر و كانت الصورة الواردة على استقامة اقوى كان تأثير

المستقيمة اشد الا ان الصور المنعطفة تتفاوت فى القوة والضعف فمنها ما هى قريبة جدا من المستقيمة ومنها ما هى ابعد وابعد بحسب صغر الانعطاف وعظمه وهذه الصور جميعها انواع متباينة والتباين بينها اشد من التباين بين اجزاء ضوء واحد ممتدة فى مسافة لان الصور المنعطفة يجتمع فيها الانعطاف والبعد عن المبدأ اذا كان سطح المخالف مستويا او محدبا كسطح البصر واذا كان محدبا كان الضعف الحادث بسبب الانعطاف فى مسافة اقل منه اذا كان مستويا بل بينهما نسبة المتناهى الى غير المتناهى وكلما كان التحديب اكثر كما فى سطح البصر كانت مسافة الانعطاف اقصر والتباين بين الصور المنعطفة اكثر وهذا مما نشاهد عند التأمل والصور المتباينة اذا اجتمعت فى موضع لم تبق صورة منها على صرافتها وقوتها بل انكسرت قواها وهيأتها وتحدث عند ذلك صورة تباين الكل والحادثة فقد تصير اضعف من الاقوى منها اذا كانت الصور متباينة جدا وقد تتقوى اذا كانت متشابهة و نظير ذلك ان ضوء الصباح اذا ظهر ففى تباشيره لا يبدو منه للنظر سوى اثر ضعيف جدا لا تأثير له فى الجو ويوجد فى الجو ضوء ما بحسب ما يشرق عليه من الكواكب فاذا قوى ضوء الصباح قليلا احس فى الجو بظلمة لم تكن قبل ثم يزداد ضوء الصباح قوة فتزول تلك الظلمة ويحس فيه بضوء مخالف لما كان قبل واقوى لان ضوء الصباح يباين اضواء الكواكب جداً و يوجد لهذا المعنى نظائر فى الامور الطبيعية ثم ان الاضواء ليست تضعف حال امتداداتها عن المبداء فى مسافة واحدة على نسبة واحدة ليكون ضوءان مختلفان واردان من بعد واحد الى مكان واحد متناسبين فى الضعف فى كل جزء من اجزاء المسافة التناسب الاول لان الضوء القوى تكون

مسافة

مسافة ما بين مبداه ومنتهاه عند اضمحلاله اعظم من مسافة الضعيف فما
يعرض له من الضعف فى اجزاء مسافته انما يكون بحسب تناسب اجزاء
تلك المسافة و كذلك الضوء الضعيف فالمرتبة التى يصل اليها القوى من
الضعف تكون فى جزء من المسافة اعظم من مسافة تلك المرتبة بالنسبة الى
الضعيف فاذا امتد ضوء ان مختلفان من بعد واحد فكلما بعدا عن المبدأ
كان الاختلاف بينهما اشد فاذا اجتمعا عند ذلك فى محل واحد كان تأثير
القوى فى الضعف اظهر والتباين بينهما اكثر فالبصر قد يدرك الصورتين
من قرب فاذا بعد عنهما قدر الا يحس باحداهما ويحس بالاخرى فاذا قابل
البصر المبصر تشكل بينهما مخروط استقامة وتشكل بين كل نقطة من المبصر
وسطح البصر مخروطات اضوائها و تنعطف جميعا فى البصر الا الاعمدة
ومعلوم ان صور النقط المنعطفة فى الجسم الكرى اعنى البصر انما تحصل فى
اجزاء من الجليدية اقرب الى السهام من نقطة الانعطاف وللصور الانعطافية
مراتب واقواها التى هى الصورة المستقيمة فاذا قرب المبصر جدا ظهر
بعض المنعطفة على المستقيمة بعض الظهور فيحس بها البصر ولانها ابعد عن
العمود فتكون الصورة اعظم لان صورة النقطة المنعطفة فى البصر تحصل فى
دائرة من سطح الجليدية مركزها موضع صورتها الواردة على الاستقامة
ولانها تخالف المستقيمة فتكسرها فلا تبقى للمستقيمة القوة على الحجب
بالكل فتظهر صورة ما وراءها بالانعطاف ولما كان المبصر كلما يدنو من
البصر تقوى صور نقاطه المنعطفة و تصير صورها المنعطفة اعظم وصورها
المستقيمة اضعف لغلبة المنعطفة وقوتها فيدرك شفيف الصورة اشد ويرى
ما وراءه ابين هذا واستناد نقش الصورة عند القرب القريب و اشباهها

الى هذا السبب اولى واقوى فان السبب المذكور ثم مظنون والاسناد اليه كان على سبيل الاضطرار وهذا السبب امر موجود محقق *

﴿ رد والزام ﴾

وبعد ذلك فنقول لو كان الابصار بالشعاع لما ادرك البصر المبصرات المتصقة بالمحاجر لان تلك الخطوط لا تتسع اليها ولما ادرك المبصر الذى على سمت الخلالة الدقيقة لان جسم الخلالة الكثيفة يقطع السموت الشعاعية ولا يمكن ان ينعطف شيء من الخطوط الشعاعية فى الهواء لكون الجميع اعمدة فلا يمكن ادراك هذين الصنفين من المبصرات لاستحالة انتهاء خطوط الشعاع اليهما على الاستقامة وبالانعطاف وبالانعكاس لكنهما يدركان فلا يكون الابصار بالشعاع وذلك ما وعدنا ايراده فى اوائل الكتاب *

﴿ تنبيه ﴾

والبصر قد يحس باختلاف ضوءين من بعد بعيد غير متفاوت ولا يحس من القرب لما ذكرنا ان الضوءين المختلفين اذا بعدا عن المبدأ اشتد اختلافهما لان المسافة تؤثر فى الاضعف اكثر مما تؤثر فى الاقوى ومن نظائر ذلك انه اذا كان جداران متقاربان متوازيان ليس البعد بينهما باكثر من خمسة اذرع وقد ارتفعت الشمس حتى استظل اصل احدهما بالآخر دون وجهه ثم كان من وراء الجدار المظل من جهة الشمس بقربه جسم عريض منتصب كشجرة او منارة بحيث يقع ظله على وجه الجدار الضاحى المستظل اصله وينتهى الى اعلاه فيقطع الضوء الذى عليه والمعتبر على بعد من مكان ظل ذلك الجسم فانه يرى على وجه الجدار المقابل للضاحى المستظل جميعه بالوجه الآخر ظلا شبيها بظل ذلك الجسم القائم وضعا وقدراً وكذا على الجزء من وجه

الارض

الارض المستظل ويوجد ماقرب من الجزء الذى على وجه الارض والجدار من اصل ذلك الظل الذى عنداصل الجدار اكثف ظلامن البعيد وكذالو كان بعض وجه الارض ضاحيا واذا قرب المعتبر من ذلك المكان فليس يدركه ذلك بل ظلا متشابها واذا بعد جدافليس يدركه ايضاً بل ظلا متشابها اكثف من الاول وذلك لان وجه الجدار المظل انما يستضيئ بالضوء الثانى الوارد اليه من الجو ومن ضوء الجدار الضاحى وكل نقطة منه فانما تستضيئ من النقطة الاقرب اليها من وجه الضاحى اشد من استضاءتها من سائر النقاط فلما كان سائر اجزائه يستضيئ من الاجزاء القريبة والبعيدة وموضع الظل لم يستضيئ من الجزء الا قرب لكونه مستظلا بالجسم القائم فضعف فيه الضوء الثانى الوارد من وجه الضاحى ومن الجو وقوى فى سائر الاجزاء فاذا كان البصر على بعد غير بعيد منه احس بنقصان الثانى عن الاول فادرك تفاوتا فحكم بوجود الظل واذا كان على قرب قريب لم يقع ذلك الاحساس لقلة التفاوت وكذا اذا كان على بعد بعيد لضعف الصورتين وهذا ممايستغرب ان البصر يميز بين مختلفين عن بعد ولا يميز عن القرب المعتدل *

(وقال) وهذا المعنى اعنى ان جميع مايدركه البصر يدركه بالانعطاف هو معنى ما ظفر به احد من المتقدمين ولا نبه عليه احد من المتأخرين وهو كيفية ادراك البصر لجميع المبصرات على التحقيق *

(اقول) اللازم من جميع ما تحقق من حال البصر ان مخروطا متوهما رأسه مركز البصر وقاعدته محيط الثقب ويخرج من البصر مستقيما ولايتسع الى اطراف المحاجر فما وافاه ادرك باستقامة وماعن حواليه الى نهايات مايدرك بالانعطاف *

(فنقول) اولا انا نجد عند التحديق الى نقطة ان موضع التحديق مبين محقق والذى يتلوه قريب منه ويحدث الاشتباه بحسب البعد عن الموضع الى النهايات على تدريج ويدرك جميع مايدركه على ترتيبها ثم ليكن مركز البصر * ا * و نتوهم سطحا يمر به وبمركز ثقب العنبية وليحدث فى محدب القرنية قوس * ب ج * وفى مقعرها قوس * د ه * وفى سطح الجليدية قوس * ز ح * ولتكن نقطتا * د ه * على محيط الثقب ونخرج * ا ب * ا ج * الى * ط ك * فصور النقط التى بين خطى * ج ك * ب ط * ترد على خطوط الشعاع فاما الخارجة فان الصورة الواردة المتناهية (١) الى * ب * اذا انعطفت فانما ترد الى نقطة فيما بين * د ه * ضرورة وبالاولى الواردة الى نقطة اخرى من قوس * ب ج * فصور النقاط المتيامنة عن * ب ط * تحصل متياسرة ولا يرد الى البصر صورة نقطة تنتهى الى نقطة خارجة من قوس * ب ج * الا اذا كانت تنعطف الى * د ا * و نقطة بين * د ه * والا حجبها جرم العنبية

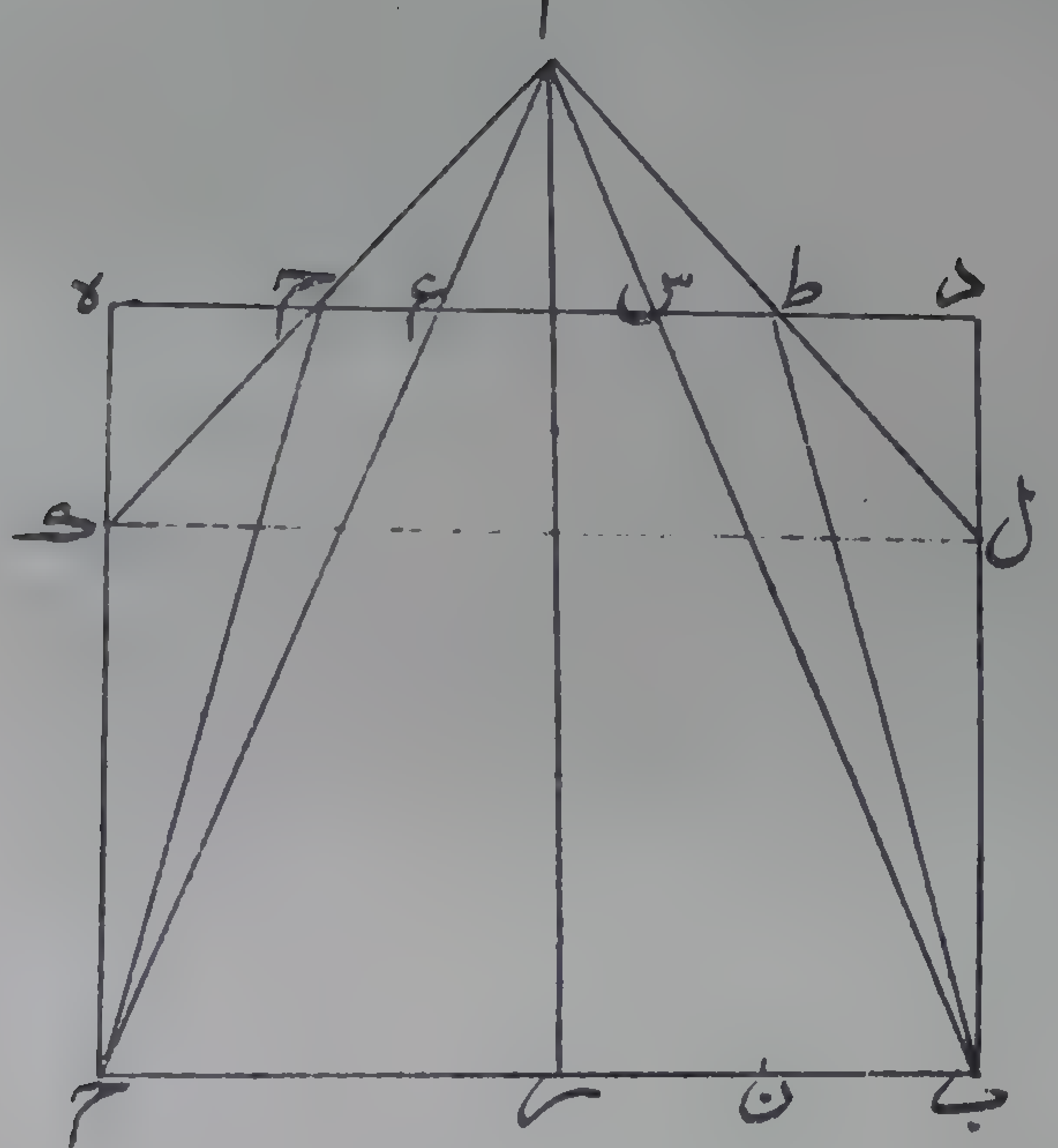
﴿ الشكل - ١٥٥ ﴾

واذ ذاك فحل الصورة المتيامنة متياسرة فلا تحصل الصور المنعطفة مترتبة كترتيبها فى الخارج ويلزم ايضا ان تمتزج الصورة المنعطفة ببعض المستقيمة *

(ولا يقال) انها تتميز بمواضع الخيالات لان الخيالات جميعا تكون مركز البصر وكلاهما محال لا محيص عنهما على تلك الاصول والذى سنح فى حل ذلك من حال مخروط الشعاع هو ان الاشعة ينبغى ان تكون خارجة من مركز البصر الى ان تنتهى الى مقعر القرنية ولا يكون سطح مقعرها موازيا لمحدب الجليدية بل مركز استدارتها يكون اقرب اليها من مركز البصر ولا يبعد ذلك من قوة اندفاع الروح التى تملؤ الرطوبة البيضية وتقل القرنية حتى

(١) ن - المتيامنة *

الشكل ١٥٥



يصير تقعيرها كنصف كرة واذ ذاك فينعطف مخروط الشعاع بعد النفوذ
فى جسم القرنية على اتساع اعظم لما تقتضيه الاصول وذكره فصلا فى الخاتمة
الا السهم والانعطاف ما قرب منه اصغر ثم يكون مركز محدب القرنية ابعد
فى الغور قليلا اولا فاذا انتهى المخروط المنعطف اليه انعطف ثانيا فى الهواء
على اتساع اعظم ايضا الى اطراف المحاجر فتكون جميع النقاط المدركة على
ترتيبها وما قرب من السهم ابين ادراكا والمبصرات التى تقع فى حواشي
المخروط المنعطف ثانيا لابد وان ترى مشتبهة واعظم مما هى عليه وكالمطاول
اواثنين وعلى تدريج كما هو المشاهد وان لا يكون مركز محدب القرنية مركز
البصر فانا نشاهد فى بعض الحدق نتوا شديدا وان يكون مخروط الشعاع
الخارج من ثقب العنبية ينعطف الى نهايات القرنية حتى لا يبقى جزء منها
عطلا فان كان هذا الوجه عند ارباب النظر سليما عن القدح فليلحقوه بالتحقيق
الذى تفرد به الحاذق فرع باصل وحاصله ان البصر لا يدرك بالاستقامة
سوى نقطة التحديق واما سائر ما يقابله فبالانعطاف والله اعلم *

ومما يصحح هذا الوجه انا نجد الاعظام فى الضوء الضعيف جدا كاواخر
الغاس اعظم اذا لم يكن المبصر قريبا من البصر فان الناظر فى ذلك الوقت
اذا كان فى غبرفانه يرى الحمار فى عظم البعير وذلك لان مخروط الشعاع وهو
المتشكل بين البصر ومحيط ثقب العنبية ينمو بحسب الاتساع فيعظم الدائرة
التى يفرزها المخروط من سطح الجليدية فتصير حصص المبصرات من تلك
الدائرة اكبر فتصير زوايا مخروطاتها عند البصر اعظم واشتباه صورها يوهم
زيادة بعد فينضم الى ماذكر فيظن انها اعظم وكذا الحال فى رؤية المبصرات
فى الضباب اعظم اذا كان البصر فى الضباب وهذا لا يتأتى على الوجه المشهور

فاعرف ذلك *

(فان) قيل فعلى هذا الفرض ايضا اذا حصل الانعطاف فيكون المدرك في موضع الخيال وهو مركز البصر فلا يحصل التميز *

(قلنا) لا بد من حصول الخيال فيه لكن البصر ليس يدرك موضع الخيال ابدا اذا كان عند مركزه * ا (١)* ومن ورائه وذلك معلوم بالضرورة حال مشاهدة امثالها انعكاسا او انعطافا وانما يتفرع هذا الحكم على ادراكه لموضعه اذا كان قدام البصر من دون المرآة اومن ورائها وعلى سبيل الاطراد والحدس في طريق الاعتبار بل يميز في تلك الحال المبصرات بالسموت ويعرف انه لا يدرك مواضعها فادراك مواضع خيالات الصور المذكورة على ما ذكر وذكرنا محال لان جميعها مركز البصر ثم انا نتيقن على النحو المذكور في ادراك المعاني الجزئية ادراكنا لمواضع الصور المذكورة مترتبة ولا يمكن ذلك على اصله لان الصور المنعطفة حينئذ لا تنعطف الا عن سطح البصر المحاذي للثقب الموازي لسطح الجليدية واذا انعطفت عن نقطة فان خط الانعطاف لا ينتهي الى الشعاع الخارج الى تلك النقطة بل يقع عن الشعاع في خلاف جهة المبصر واذا حصلت عند سطح الجليدية فاما ان تتميز عن صورة واردة على الاستقامة الى ذلك الموضع ان كانت اولا فان لم تتميز لم يدركها والادراك محقق وان تميزت ادركها من سمت واحد وذلك خلاف العيان وان لم يكن ثم صورة واردة على الاستقامة فيلزم عكس الترتيب وامكانه على الفرض المذكور معلوم لان الموضع يكون مدركا حسب ادراك اسبابه على حدة من اليقين والاشتباه ومن الدلائل على ان الاشعة التي بها تتميز المبصرات ليست منحصرة في التي

(١) كذا — ولعله عند مركزه اومن *

تخرج

تخرج مما يقابل ثقب العنبية فقط انا اذا اخذنا عودا غلظه اعظم من قطر الثقب وقربناه الى البصر الى ان يحصل بين الاهداب ويقطع المخروط المتوهم الخارج من الثقب بالكلية وجدنا ان بعض المبصرات المقابلة للبصر قد انحجبت بوسط جسم العود وان حاشيتي العود فيهما شفيف متدرج من حواشي الوسط الى الاطراف وان كثيرا من المبصرات من جانبي العود يدركه على حالها من الاشتباه فيتبين لنا ان تلك المبصرات لا تدرك الا باشعة منعطفة في حواشي طبقة القرنية وناهيك بهذا الاعتبار من تنبيه على الفرض المذكور ومالم يحجب الكثيف مابين الجفنين بالكلية فانه يبقى ماعن جوانب الكثيف مدركه *

فان قيل كيف تجويز امر الحلالة على الفرض المذكور فان الكلام منساق فيه على اصله لا يتأتى على الفرض *

قلنا يوجد بدل الاعمدة الخارجة من البصر على استقامة الاعمدة المنعطفة ثانيا في الهواء ثم نتم البيان على مامر لان سمت المنعطف ثانيا هو بعينه السمت الذي تردمنه الصورة القوية حسب وضع المبصر من سهم الشعاع فالسموت التي حواليه بعد الانتهاء الى الجليدية كلها كالمنعطفة على اصله فلنتلطف لذلك *

فان قيل فعلى هذا الفرض يلزم تشوه الصور لان اشكال المبصرات لاتشبه اشكال محالها من الجليدية *

قلنا مسلم ذلك لكنه لما كان ادراك الاشكال بحرر الحركة التأمل على ما تقرر والادراك الصحيح بوسط البصر فلاضرر فيه *

ويمكن ان يقال لاحاجة الى القول بخروج الاشعة الى مقعر القرنية بل

يفرض مركز تحديب القرنية قريباً من مركز تقعيرها قرباً معتدلا وفي جهة مركز البصر ايضاً فان ذلك انسب بما يشاهد من شدة نتوء القرنية في البعض واذ ذاك فصور النقطة المبصرة ترد على اقطار التحديب الى سطح التقعير في مخروط رأسه مركز التحديب فتحصل في سطح التقعير متميزة اذ كل منها يقهر سائر المنعطفات الى محلها ثم يتسع هذا المخروط بعد نفوذه من تقعير القرنية في جسم البيضية الالطف وينعطف جميع الخطوط الا الواصلى بين المراكز ويتدرج الانعطاف من السهم الى الحواشي فاذا انتهى الى الجليدية جاز (١) جزأ من سطحها وترتبت فيه جميع الصور الواردة حسب سموتها الترتبة بعد الانعطاف فادركها البصر من السموت المتميزة عنده الخارجة من مركز البصر واذ ذاك فلا يعرض للصور الا انعطاف واحد ويكفي على هذا الوجه تقعير يسير قدر ما يحدثه الاقلال المذكور ولا يبعد من لطف الصانع ان يكون التقعير بحيث يوجب اتساع المخروط قدر ما يجوز جميع سطح الجليدية فقط او معظمه ليحصل لكل مبصر قدر صالح منه ولا يبقى منه شيء عطلا وهذا الوجه يغني ايضاً عن فرض مركز الجليدية وسموت الشعاع ثم انتقال (٢) البصر من تلك السموت فقط بل يكفي فيه مركز البصر والسموت الى الجليدية فليتأمل ذلك وتحرير امر الخلالة على هذا التقدير اظهر مما ذكر على الوجه الاول وكذا منفعة تفرطح الجليدية مما ذكر على الاصل المشهور فانها لو كانت كرية لانعطفت الصور الواردة اليها فيها انعطافا قويا لصغرها فضعفت وبقدر التفرطح يقل الانعطاف فالم لم تجعل مستوية اومقعرة فالخلق بان يكون ذلك لنفوذ المخروط المنعطف من تقعير القرنية الى سطح الجليدية المنسوبة قليلا الى تناسب اجزائه قبل الانعطاف وذلك

(١) ن - صار ☆ (٢) ن - انفعال ☆ الانعطاف

الانعطاف اوجب اتساعاً متزايداً من الوسط الى الحواشى اذا كانت الجليدية مستوية اوكرية محدبة وهى اغلظ من البيضية فلا بد ان ينعطف فيها المخروط ثانيا ويتضايق على تدرج من الوسط الى الحواشى فاذا كان التضايق متكافيا للاتساع فلا بد وان يعود المخروط عند سطح مؤخرها الى هيئة الاولى ولا بدع من الحكمة البالغة فى الخلقة ان يكون التفرطح لاجل ذلك وبقدر ذلك فان تقعير القرنية لما فرضت بحيث يوجب الاتساع الى معظم الجليدية فلا يكافى ذلك التضايق والحاصل من السطح المستوى فان ذلك لا يوجب الانخراط الى الرأس بل فى جهة القاعدة دائما والخلقة تشهد بان الانخراط ينبغى ان يكون الى الرأس حتى يحصل عند المستدق من مؤخرها فلزم ان تكون فيها استدارة ما هى التفرطح وهذه المسئلة انما تتبين بعد التمرن بمسائل الخاتمة *

(فان قيل) ان صورة المبصر الذى هو من وراء الخلالة يمتنع ان ترد الى موضع صورة الخلالة على الاستقامة لمكان حجب الخلالة على الانعطاف ايضاً لان الصورة المنعطفة اذا كان سطح المخالف كريا محدبا لا ترد الى محل المستقيمة الا من وراء السطح المتمم للكرة وقد تقرر ان تميز الصور المدركة لا بد ان يكون قبل الانتهاء الى مركز الكرة فضلا عن السطح *

(قلنا) لما تقرر ان ثم قوة تحفظ الصور المتميزة على ترتيبها فى محل التميز وليكن مقعر القرنية الى ان يتادى الى الحاس الآخر وان صور النقطة المنعطفة تجتمع من جميع الاطراف الى سهم الانعطاف فلا بدع ان يتعاون الامران فيقتضى حصول اكثر الصور المنعطفة عند محل المستقيمة وانحدا بها الى محل التميز كالتعاون المقرر بين لطف الزجاجية وحفظ القوة وان يتادى

قوة الحفظ الى القرنية واذ ذلك فتتأدى صورة ماوراء الخلالة الى موضع صورة الخلالة بالتعاون لا بالانعطاف وحده والله اعلم *

الفصل السابع

الفصل السابع

في اغلاط البصر التي تعرض من اجل الانعطاف خمسة مقاصد *

مقدمة

هذه الاغلاط شبيهة بالاغلاط العارضة من اجل الانعكاس وذلك ان المدرك بالانعطاف يكون مدركا في غير موضعه لكونه مدركا في موضع الخيال فيكون وضعه المدرك غير وضعه في نفسه والبعد غير البعد وايضا فان الانعطاف يضعف صورة ضوء المبصر ولونه ويتبين ذلك بان ينظر الناظر الى ما في الاناء والبصر مائل على الاعمدة الخارجة من المبصر الى سطح الماء ميلا يسيرا ثم يحرك بصره الى ان ينتهي الى العمود فيجده ابين مما وجده اولا بكثير ولا فرق سوى ما يحدثه الانعطاف وايضا فان المبصرات التي تكون في الاجسام المخالفة التي هي اغلظ من الهواء اذا انعطفت صورها الى البصر فانها تحمل معها لون الجسم الذي هي فيه واذا كان المبصر بالانعطاف مدركا في موضع الخيال وهو مدرك بالاستقامة فتعرض فيه اغلاط الاستقامة ايضا فالمدرك بالانعطاف يعرض فيه جميع اغلاط المدرك بالاستقامة ويزيد عليه بالغلط في الوضع والبعد وضعف الضوء واللون وتكون الاغلاط العارضة من الاستقامة آكد فيه لكونه اضعف هذا من جهة نفس المبصر فاما الاغلاط الجزئية التي تعرض من جهة سطح المشف الذي ينعطف عنده فهي كثيرة الفنون الا انها قلما تعرض للبصر لان سطوح الاجسام المشفة المألوف ان ترى فيها للبصرات هي سطح السماء والماء

فاما

فاما ماوراء الزجاج والاحجار المشفة المختلفة الاشكال فقلما يتأملها وليست تجرى الاجسام المخالفة مجرى المرايا فان المرايا يتعمد الناس النظر فيها ليشاهدوا صورهم فهم يتكلفون النظر فيها دائما ويجلون لذلك فى حيطان الدور مرايا ثابتة واذا نظر الناظر فى الاجسام الصقيلة امكنه ان يرى صورة كل ما يقابلها وليس كذلك الاجسام المخالفة واذ ذاك فيجب ان يقتصر فى اغلاط الانعطاف الجزئية على ما يدركه البصر دائما بلا تكلف وهو ما يرى فى السماء والماء ونذكر هذا مما يرى من وراء الاحجار المشفة *

(فنقول) ان الذى يغلط فيه البصر للانعطاف بعد الوضع و البعد والضوء واللون اصناف فمنها اعظام المبصرات وذلك ان ما يرى فى الماء وما شابهه فانما يراه اعظم وما يرى من الكواكب وابعادها عنها تارة يكون اعظم وتارة اصغر *

(ولنبين) هذه المعانى بالبرهان *

(١) فليكن بصر * ا * فى الهواء وخط * ب ج * فى مشف اغلظ *

(فاقول) ان * ب ج * يرى اعظم مما هو فليكن اولا سطح المشف مستويا ولنخرج من منتصف * ب ج * وليكن * ر * عمود * ر م * على سطح المخالف وننفذه فى الهواء فبصر * ا * اما ان يكون على العمود اولا فان كان عليه فيكون خط * ب ج * مع فصل انعطافه فى سطح واحد من سطوح الانعطاف فليكن فصل انعطاف * ب ج * د ه * فصور جميع نقاط * ب ج * انما تنعطف من نقاط خط * د ه * ونخرج من نقطتى * ب ج * عمودين على سطح المخالف فيقعان على خط * د ه * وليقعا على نقطتى * د ه * فب ج * اما ان يكون موازيا * لد ه * اولا فان كان فصل * ب ا * ج ا *

وايقطعا خط * د ه * على * س ع * ولتنعطف صورة * ب * الى * ا * من نقطة * ط * فتكون بين * س د * وكذا فلتنعطف صورة * ج * الى ا * من * ح * فتكون بين * ع ه * ونصل * ب ط * ط ا * ج ح * ح ا * ونخرج * ا ط * الى ان يلقى * ب د * على * ل * و * ا ح * الى ان يلقى * ج ه * على * ك * ونصل * ل ك * فلان * ر * منتصف * ب ج * و * ر ا * عمود على * ب ج * و * د ه * فمثلثا * ا م ط * ا م ح * واضلاعهما وزاويتاهما النظائر متساوية فزاويتا * د ط ل * ه ح ك * متساويتان وكذا خطا * ط د * ه ح * وزاويتا * د ه * قائمتان فخطا * د ل * ه ك * متساويان * فل ك * مواز * لب ج * و * ل ك * هو قطر خيال * ب ج * لان كل نقطة من خط * ب ج * تنعطف الى * ا * فان خيالها على خط ل ك * ﴿الشكل - ١٥٦﴾

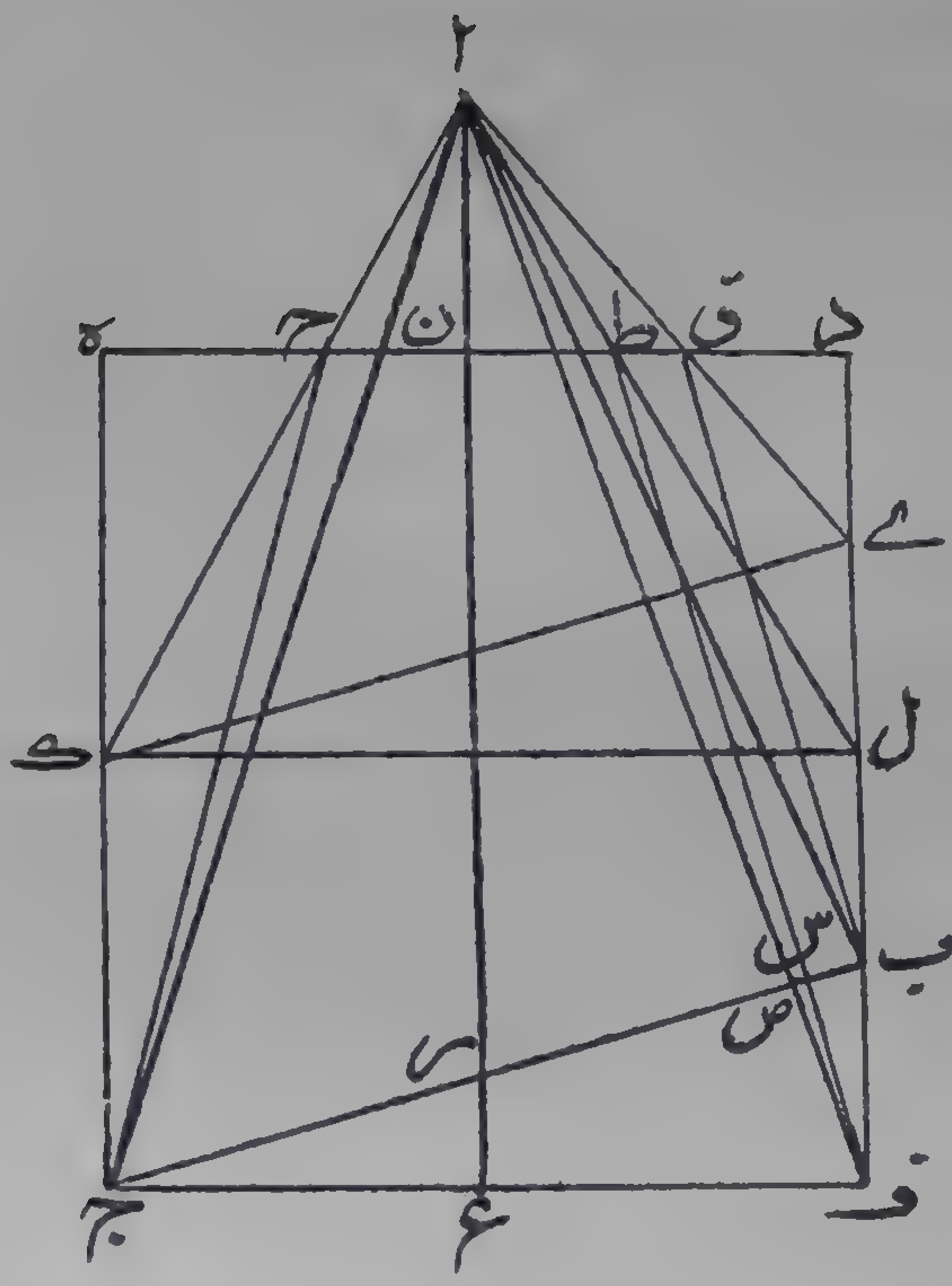
(اقول) ينبغي ان يحمل الكلام على ان صورتها ترد قاطعة خط * ل ك * لما ذكر بعد *

(قال) وذلك لان صورة * ب * اذا كانت منعطفة من نقطة * ط * فصورة نقطة(١) بين * ب ر * وليكن * ن * ينعطف مما بين * ط م * لانها لا تنعطف من * ط * وذلك ظاهر ولا مما بين * ط د * والا لكان الخط الذى عليه تمتد صورة * ن * يقطع خط * ب ط * فتكون نقطة التقاطع قد انعطفت صورتها الى بصر * ا * من نقطتين وقد تبين فى فصل الخيال ان ذلك محال وكذا سائر نقاط * ب ر * وكذلك صور نقاط * ج ر * انما تنعطف الى * ا * من نقاط فيما بين * ح م * فصورة خط * ب ج * انما تنعطف الى * ا * من خط * ط ح * فصورة * ب ج * يرى على * ل ك *

(١) كذا -

(اقول

الشكل ١٥٦



(اقول) ليس يريد ان صورة * ب ج * تكون منطبقة على * ل ك * بل ان تكون مدركة من سمت * ل ك * فان الانطباق ممتنع كما سنبين فى الخاتمة ان شاء الله ولذلك قال ان * ل ك * قطر خيال * ب ج * ولم يقل خيال ب ج * فاعرفه *

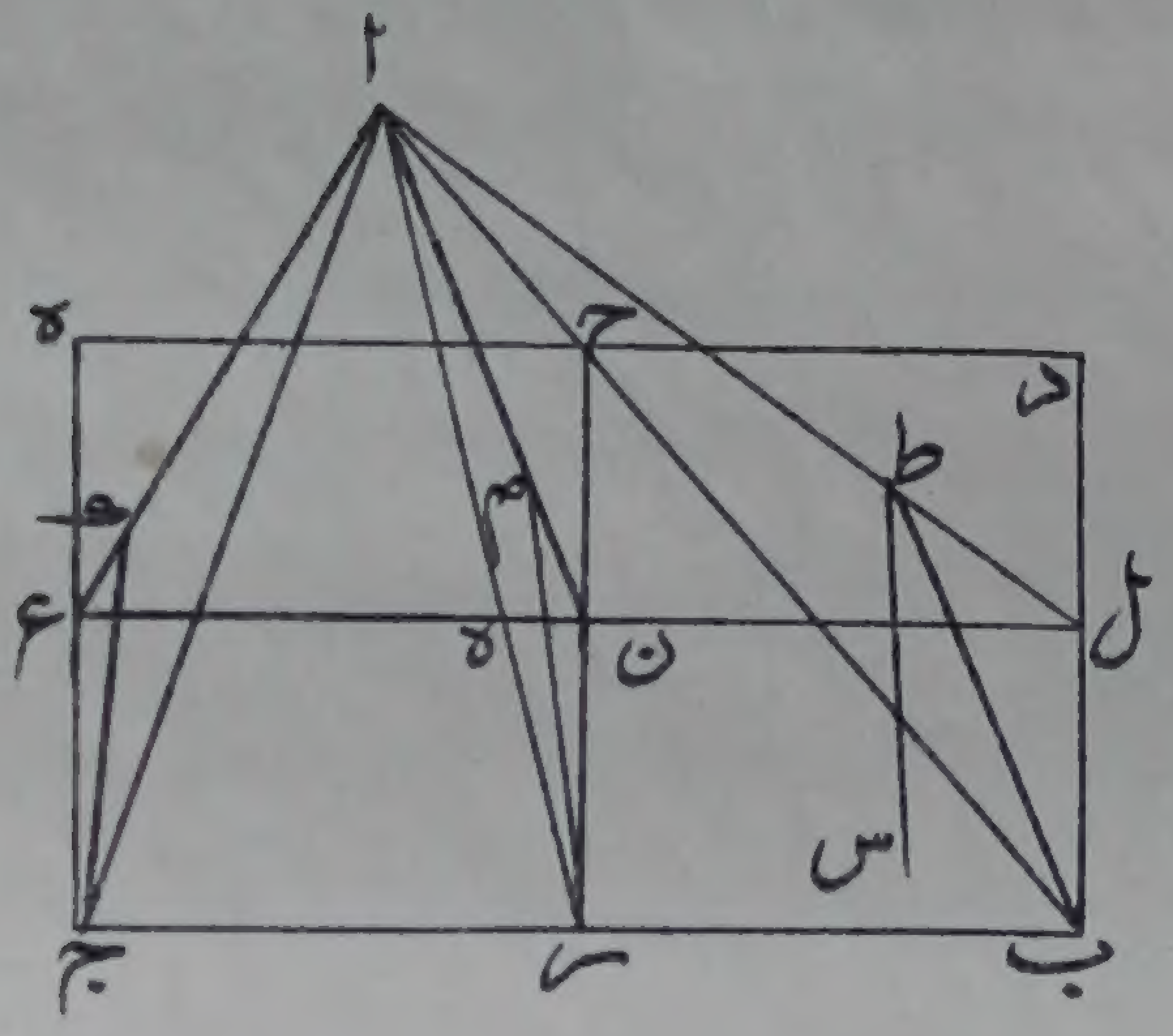
(قال) و * ل ك * يرى بزاوية * ل ا ك * وهى اعظم من زاوية * ب ا ج * فيرى اعظم وايضا قد مر ان الصورة المنعطفة تكون اضعف من المستقيمة واذا ضعفت الصورة شبهها البصر بصورة المبصر الابعد لان البعد الكثير يضعف الصورة وقد بينا في المقالة الثالثة عند الكلام على ادراك عظم المبصرات ان البصر يدرك العظم بحسب قياس مقدار زاوية الرؤية الى بعد المبصر والى وضعه عند البصر وزاوية * ك ا ل * اعظم من * ج ا ب * و وضع خط * ك ل * هو وضع خط * ج ب * و ب ج * يرى على ل ك * و يرى ابعد مما هو عليه فالبصر يدرك عظم * ب ج * بالانعطاف * من قياس زاوية اعظم من زاوية * ب ا ج * الى بعد اعظم من بعد * ب ج * والى وضع مثل وضع * ب ج * فب ج * يدرك اعظم بسببين احدهما عظم زاوية الرؤية لقرب الخيال والآخر كثرة البعد لضعف الصورة *

(ثم) ليكن * ب ج * غير مواز * لد ه * وليخرج من ابعد طرفى * ب ج * عن خط * د ه * وليكن * ج * خط * ج ف * موازيا * لد ه * ونخرج ا ر * الى * ع * فتكون * ع * وسط * ج ف * وتنعطف صورة * ف * الى * ا * من * ط * وصورة * ج * من * ح * ونصل * ا ط * ا ح * ونخرجهما الى * ل ك * ونصل خطى * ل ك * ا ف * فل ك * قطر خيال ف ج * وزاوية * ك ا ل * اعظم من * ج ا ف * وخط * ط ف * يقطع

ب ج * فليقطعه على * ص * ولان * ص * ينعطف من * ط * فب * ينعطف من نقطة فيما بين * ط د * بمثل ما مر قبل وليكن * ق * و نصل * اق * و ننفذه الى * ى * و نصل * ى ك * فيكون * ى ك * قطر خيال * ب ج * و وضع * ى ك * عند * ا * كوضع * ب ج * لان * ى ك * اما ان يكون موازيا * لب ج * و ليس بينه وبين الموازى اختلاف مؤثر فى وضعه عند * ا * حسا *

(اقول) و سنبين ان * ى ل * اصغر من * ب ف * و ان التفاوت قد يبلغ مايظهر عند الحس منها(١) فلا يكون وضع * ى ك * كوضع * ب ج * عند بصر * ا *

(قال) وزاوية * ى ا ك * اعظم من زاوية * ب ا ج * و * ى ك * يدركه البصر كأنه ابعد لضعف صورته فيرى اعظم للسببين المذكورين قبل نعيد الشكل الاول وليكن بصر * ا * خارجا عن سطح * ب د * ج ه * وننصف ب ج * على * ر * ونخرج منها عمودا على السطح وليكن * ر ح * فينصف خط * د ه * و نصل * ا ر * فاما ان يكون عمودا على * ب ج * اولا فان كان فيكون وضع * ب * و * ج * وبعدهما من بصر * ا * سواء ولتنعطف صورة * ب * الى نقطة * ا * من * ط * وصورة * ج * من * ك * فيكون وضع * ط * و ك * من * ا * وبعدهما سواء ونصل * ب ط * ط ا * ج ك * ك ا * فيكون السطح الذى فيه * ا ط * ط ب * قائما على سطح المخالف وعمود * ب د * فيه ايضا ﴿ الشكل - ١٥٧ ﴾ ولنخرج من نقطة * ط * عمود * ط س * على سطح المشف فيكون موازيا * لدب وفى السطح القائم ايضا وخط * ا ط * يقطع * ط س * فيقطع * ب د * ايضا

(١) كذا ☆ فليخرج

الشكل ١٥٧